

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



FEUP

Optimização do Processo de Abastecimento na Área de SMD (Surface Mount Device)

Optimização de Abastecimentos de Materiais no âmbito dos
Processos de Logística Interna

Bruno Miguel Caetano Amorim

DISSERTAÇÃO REALIZADA NO ÂMBITO DO MESTRADO INTEGRADO EM
ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES
MAJOR AUTOMAÇÃO

Orientador: Prof. Dr. Américo Lopes de Azevedo

JUNHO DE 2008

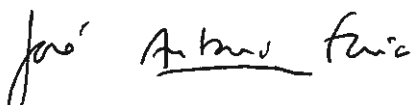
A Dissertação intitulada

“Optimização do processo de abastecimento na área de SMD (Surface Mount Device)”

foi aprovada em provas realizadas em 16/Julho/2008

o júri

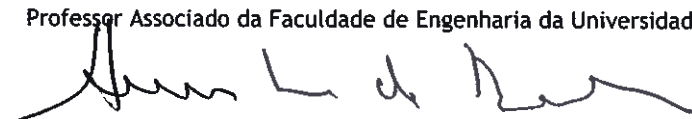
Presidente Professor Doutor José António Rodrigues Pereira de Faria
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Professora Doutora Anabela Carvalho Alves
Professora Auxiliar da Escola de Engenharia da Universidade do Minho



Professor Doutor Américo Lopes de Azevedo
Professor Associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



O autor declara que a presente dissertação (ou relatório de projecto) é da sua exclusiva autoria e foi escrita sem qualquer apoio externo não explicitamente autorizado. Os resultados, ideias, parágrafos, ou outros extractos tomados de ou inspirados em trabalhos de outros autores, e demais referências bibliográficas usadas, são correctamente citados.

Autor - Bruno Miguel Caetano de Amorim



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

A Blaupunkt Auto-Rádio Portugal solicita tratamento confidencial em relação a todo o conteúdo deste relatório. Sendo rigorosamente vedado divulgar, discutir ou utilizar, para qualquer finalidade não autorizada, qualquer informação contida neste relatório.

Resumo

A área da logística interna, tem vindo cada vez mais a desempenhar, um papel fundamental no bom funcionamento dos processos produtivos. É pois necessário, que seja garantido um correcto e contínuo fluxo de materiais para que as linhas de montagem sejam abastecidas correctamente, à hora certa e na quantidade certa. Num mercado cada vez mais competitivo, torna-se quase imperativo que uma empresa aposte na optimização dos seus processos produtivos e logísticos. Consequentemente, para que estes sejam realizados de forma eficaz e eficiente é necessário eliminar desperdícios e ajustar recursos, o que possibilita reduzir o preço final do produto e garantir a satisfação do cliente.

O projecto apresentado vem assim de encontro a esta necessidade de optimização do abastecimento de materiais às linhas de produção, no âmbito dos processos de logística interna, tendo sido realizado no departamento de logística, numa empresa cuja principal actividade consiste na montagem de Auto-Rádios. Este teve como base filosofias importantes nesta área tais como, *Lean Manufacturing* e *Just-in-Time*.

O desenvolvimento deste projecto focou-se sobretudo na caracterização e no diagnóstico da situação produtiva inicial. Deste modo, foi possível identificar as actividades críticas, identificar os desperdícios existentes no processo de abastecimento e elaborar propostas, no sentido de obter a melhoria e a optimização do processo de abastecimento. Para a realização do trabalho foi desenvolvido um conjunto de ferramentas informáticas, que serviram como suporte à análise quantitativa dos processos logísticos envolvidos.

As análises efectuadas e o conjunto de soluções preconizadas permitiram obter melhorias no processo de abastecimento de componentes. No entanto, verificaram-se alguns indicadores de instabilidade, devido ao facto de a actividade de *picking* não estar completamente optimizada.

Palavras Chave

Lean Manufacturing, Just-in-Time, Sistema de abastecimento, Logística interna

Abstract

Internal logistics are nowadays assuming a very important role in an industry performance. Therefore it is absolutely necessary to guarantee a continuous and correct flow of materials in order to supply production lines at the right time and quantity. In an even more competitive global industry, it is almost imperative that a company optimizes its productive and logistics processes. Consequently, for this process to be accomplished in the most efficient way possible it is necessary to avoid wastes and adjust resources, therefore lowering the final price of the product and pleasing the client.

The aim of this project is then to answer for this need of optimizing the production chain supply, which regards internal logistics, and took place in the logistics department of a company whose main activity is to produce radios for certain brands of cars. It was based in important philosophies about this theme such as, Lean Manufacturing and Just-in-Time.

The development of this project was mainly focused in the characterization and diagnoses of the initial situation. Therefore it was possible to identify the critical activities and the misuse of the supplying process, and to elaborate possible solutions for optimizing it and improving it. For the execution of this project, a set of tools was developed, in order to fulfill the need for a quantitative analysis of the logistical processes involved.

The analysis that took place and the set of solutions that were implemented allowed the achievement of some improvements in the process of material supply. Nevertheless, some instability indicators were found, possibly due to a deficient optimization of the picking activity.

Keywords

Lean Manufacturing, Just-in-Time, Supply System, Internal logistics

Agradecimentos

Aos meus pais, irmã e restante família pela compreensão, esforço e muito apoio. Sem eles nada teria sido possível.

À Joana Cunha, por estar sempre presente.

Aos meus amigos, pelo seu companheirismo, ajuda e compreensão.

Ao Eng. Ricardo Araújo pela disponibilidade de apoio e orientação que sempre apresentou na realização deste projecto.

À supervisora do armazém SMD, Conceição Azevedo, pelo apoio, acolhimento, simpatia e dedicação.

À equipa LOG2, pela forma como me receberam e integraram, assim como a disponibilidade e entre ajuda demonstrada.

Ao Prof. Doutor Américo Lopes de Azevedo da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pelos importantes conselhos e ensinamentos que me orientaram durante este projecto.

Ao Prof. Doutor José António Faria da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela disponibilidade e ensinamentos ao longo do meu percurso académico.

Índice

Resumo	iv
Abstract	vi
Agradecimentos	viii
Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xv
Capítulo 1	1
1 Introdução	1
1.1 Contexto	1
1.2 Objectivos	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Organização da Dissertação	3
Capítulo 2	4
2 Lean Manufacturing	4
2.1 Enquadramento	4
2.2 Princípios	6
2.2.1 Just-in-Time	6
2.2.2 Eliminação de Desperdícios	7
2.2.3 Trabalho Normalizado	9
2.3 Metodologia 5s	11
2.4 Logística Interna	12
2.5 Conceito Milk Run	14
2.6 Bosch Production System	15
Capítulo 3	17
3 Caracterização e Análise do Problema	17
3.1 Descrição do problema	17
3.2 Caracterização da Situação Actual “AS-IS”	18
3.2.1 Características do Sistema	18
3.3 Descrição do Processo de Abastecimento	27
3.3.1 Descrição das instruções de trabalho	27

3.3.2	Modelo de Fluxo	29
3.4	Levantamento de Indicadores “As-Is”	31
3.4.1	Carga de trabalho	31
3.4.2	Carga de trabalho – Simulação	33
3.4.3	Evolução dos pedidos das linhas	36
3.4.4	Ferramenta desenvolvida para levantamento de indicadores semanais....	39
3.4.5	Análise ABC	43
3.4.6	Picking	44
3.5	Oportunidades de Melhoria	45
Capítulo 4.....	46
4	Soluções Preconizadas.....	46
4.1	Soluções de Melhoria	46
4.2	Determinação dos pontos de entrega e da rota de abastecimento	47
4.2.1	Armazém.....	52
4.2.2	Rota de picking	54
4.2.3	Andon.....	56
Capítulo 5.....	58
5	Implementação e Avaliação dos resultados.....	58
5.1	Armazém.....	58
5.2	Sistema de Abastecimento	60
5.3	Trabalho Normalizado.....	63
5.4	Simulação Anylogic.....	63
Capítulo 6.....	64
6	Conclusões e Perspectivas de Desenvolvimentos Futuros.....	64
6.1	Conclusões.....	64
6.2	Perspectivas de Desenvolvimentos Futuros	66
Referências	68
Anexo I – Folhas de Trabalho Normalizado	70
Anexo II – Simulação Anylogic.....	76
Anexo III – Exemplo de uma folha de acompanhamento	82
Anexo IV – Ordem de picking	84

Lista de Figuras

Figura 1. 1 - Metodologias adoptadas	2
Figura 2.1 - Três tipos de actividades segundo Hines & Taylor (2000)	7
Figura 2.2 - Processo de melhoria contínua (Bosch Production System)	10
Figura 2.3 - Ciclos da logística (Moura 2006)	13
Figura 2.4 - Surgimento do BPS (fonte BPS)	15
Figura 3.1 – Zona de produção da área de inserção automática	19
Figura 3.2 – Mesa de abastecimento das linhas SMD6 e SMD7	20
Figura 3.3 – Armazém SMD	21
Figura 3.4 – Layout do armazém	21
Figura 3.5 – Localização das filas e módulos	22
Figura 3.6 - Corredor de picking e de abastecimento	23
Figura 3.7 – Rota e Pontos de entrega do Milk Run1 AS-IS	24
Figura 3.8 – Carrinho de mão	25
Figura 3.9 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 AS-IS	25
Figura 3.10 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 AS-IS	26
Figura 3.11 - Carruagem e comboio logístico	27
Figura 3.12 – Aparelho de leitura óptica RFID	27
Figura 3.13 – Registo de informação utilizando um leitor óptico	28
Figura 3.14 – Modelo de Fluxo do processo de abastecimento	30
Figura 3.15 - Carga de trabalho do Milk Run1	31
Figura 3.16 - Carga de trabalho do Milk Run2	32
Figura 3.17 - Carga de trabalho do Milk Run3	32
Figura 3.18 - Carga de trabalho simulada do Milk Run1	35

Figura 3.19 – Carga de trabalho simulada do Milk Run2	35
Figura 3.20 – Carga de trabalho simulada do Milk Run3	35
Figura 3.21 - Evolução dos pedidos das linhas correspondentes ao Milk Run1	36
Figura 3.22 – Evolução dos pedidos das linhas correspondentes ao Milk Run2	37
Figura 3.23 – Evolução dos pedidos das linhas correspondentes ao Milk Run3	37
Figura 3.24 – Evolução dos pedidos das linhas, com limitação, correspondentes ao Milk Run138	
Figura 3.25 - Evolução dos pedidos das linhas, com limitação, correspondentes ao Milk Run2 38	
Figura 3.26 - Evolução dos pedidos das linhas, com limitação, correspondentes ao Milk Run3 39	
Figura 3.27 – Interface Gráfica	40
Figura 3.28 – Menu Preparação de dados	41
Figura 3.29 – Menu Principal	41
Figura 3.30 – Evolução dos pedidos das linhas apresentado em tabelas	42
Figura 3.31 – Distribuição do consumo pelo armazém	43
Figura 3.32 – Rota de picking AS-IS	45
Figura 4.1 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run1 TO-BE	48
Figura 4.2 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 TO-BE	49
Figura 4.3 – Modelo de fluxo da 2ª Solução proposta TO-BE	50
Figura 4.4 - Rota e Pontos de entrega da 2ª solução TO-BE	51
Figura 4.5 – Layout do armazém depois da mudança	52
Figura 4.6 – Layout do armazém proposto	53
Figura 4.7 – Rota de picking TO-BE	55
Figura 4.8 – Andon em situação normal	57
Figura 4.9 – Andon em situação de alerta de problema devido a um atraso	57
Figura 5.1 – Distribuição do consumo pelo armazém depois de realizado a triagem e arrumação dos materiais	59
Figura 5.2 - Corredores do armazém SMD - Antes	59
Figura 5.3 - Corredores do armazém SMD - Depois	60
Figura 5.4 - Implementação Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 implementada	61

Figura 5.5 – Novo sistema de transporte do Milk Run2	61
Figura 5.6 – Carga de trabalho do MilkRun1 da solução implementada	62
Figura 5.7 – Carga de trabalho do Milk Run2 da solução implementada	62

Lista de Tabelas

Tabela 3.1: N° de pedidos por linha numa amostragem de 7 semanas.....	19
Tabela 3.2 : N° de referências para cada tipo de material	22
Tabela 3.3 : Procura de material	23
Tabela 3.4 : Tempos e velocidades médias	34
Tabela 3.5 : Saídas e entradas de material no armazém.....	42
Tabela 3.6: Tabela ABC.....	44
Tabela 4.1 : Problema/Solução Proposta	46
Tabela 4.2 : Comparação de resultados da simulação.....	55

Abreviaturas

BPS	<i>Bosch Production System</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
IR	Inserção Radial
JIT	<i>Just-in-Time</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistants</i>
QCD	<i>Quality Cost Delivery</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SMD	<i>Surface Mounting Device</i>
SMT	<i>Surface Mounted Technology</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

Capítulo 1

1 Introdução

Neste capítulo introdutório contextualiza-se a presente dissertação e apresenta-se os objectivos. Será também descrita a metodologia utilizada no desenvolvimento deste projecto, bem como a estrutura deste documento.

1.1 Contexto

O projecto apresentado nesta dissertação foi desenvolvido em ambiente industrial, tendo sido realizado no departamento de logística de uma empresa cuja principal actividade é a produção de auto-rádios para vários modelos das mais prestigiadas marcas de automóveis mundiais. Inserido no âmbito da disciplina de Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), este trabalho está enquadrado na área de especialização de Gestão Industrial, abordando uma perspectiva de Logística Interna.

A Logística Interna das empresas nomeadamente os fluxos e o armazenamento de material, tem vindo a ganhar especial relevância, desempenhando um papel crucial no funcionamento de todo o processo fabril. Num mercado cada vez mais competitivo, estes elementos podem inclusivamente contribuir para o sucesso da empresa. O bom funcionamento das linhas de produção depende em grande parte da eficácia/eficiência destes processos sendo extremamente importante que o seu abastecimento seja feito de forma correcta e sem interrupções, para que não haja stocks excessivos de matérias primas, permitindo assim uma redução dos custos de armazenamento.

Este estudo vem de encontro à necessidade de melhorar e otimizar fluxos, mais concretamente no processo de abastecimento às linhas de inserção automática de componentes.

De forma a aumentar a sua competitividade, as empresas têm necessidade de melhorar e otimizar os seus processos internos. Essas melhorias são realizadas com base em filosofias, tais como: *Lean Manufacturing*, *Just-in-Time*, entre outras. Para o desenvolvimento deste trabalho foram tidas em particular consideração duas destas filosofias: *Just-In-Time* (JIT) e *Lean Manufacturing*, que apresentando conceitos complementares, têm como objectivo não só tornar

uma organização mais ágil e competitiva nas relações com os fornecedores e clientes mas também nos processos produtivos e logísticos.

1.2 Objectivos

O principal objectivo deste trabalho consiste em otimizar o processo de abastecimento de materiais às linhas de montagem de componentes em placas de circuito impresso.

Como tal foram estabelecidos desde o início os seguintes objectivos específicos:

- Eliminar desperdícios existentes no processo de abastecimento às linhas de inserção automática;
- Identificar e propor soluções de melhoria que conduzam a uma maior eficiência no processo de abastecimento;
- Planear e implementar o sistema de abastecimento de forma a que este seja realizado de forma mais eficiente;
- Normalizar o novo processo de abastecimento às linhas de inserção automática;

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada no desenvolvimento desta dissertação engloba várias etapas de forma a permitir a realização dos objectivos propostos.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica baseada nos temas *Lean Manufacturing*, *Just-in-Time* e Logística Interna, com o intuito de fundamentar a elaboração do projecto.

Posteriormente e para um melhor conhecimento e análise do processo de abastecimento na área de inserção automática, foi feito um levantamento da situação actual, procedendo-se à caracterização e à respectiva elaboração do modelo AS-IS.

Já com uma visão global de todo o processo, analisaram-se diversas propostas de melhoria a aplicar para optimização do mesmo. Desta análise resultou a elaboração de um novo modelo - modelo TO-BE – que depois de implementado, foi sujeito a uma avaliação AS-IS/TO-BE, a qual permitiu inferir acerca do sucesso da sua aplicação.

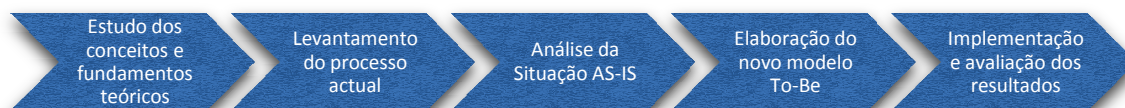


Figura 1. 1 - Metodologia adoptada

1.4 Organização da Dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em 6 capítulos.

No capítulo inicial pretende-se dar a conhecer o enquadramento e os objectivos do trabalho, assim como as metodologias utilizadas.

No segundo capítulo serão apresentados conceitos e fundamentos teóricos relativos a filosofias e metodologias utilizadas neste trabalho.

Por sua vez, o terceiro capítulo é dedicado à descrição e caracterização do problema, bem como os métodos e ferramentas utilizadas para levantamento de dados e indicadores. Neste capítulo, apresenta-se também o modelo de fluxo e a lista de instruções de trabalho da situação AS-IS.

No quarto capítulo são apresentadas as soluções propostas e define-se a estratégia a implementar.

Posteriormente no quinto capítulo relata-se o trabalho implementado, apresentando-se todas as actividades executadas e os respectivos resultados.

Por fim, no último capítulo enunciam-se as principais conclusões. Aqui faz-se uma síntese das conclusões obtidas ao longo deste projecto. Termina-se este capítulo com apresentação de algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

Capítulo 2

2 Lean Manufacturing

Face às actuais circunstâncias de competitividade, num mercado global, muitas empresas adoptaram processos de melhoria contínua de modo a garantir a sua subsistência e afirmação no mercado. Para tal, muitas empresas têm vindo aplicar a filosofia *Lean Manufacturing* em prol do desenvolvimento dos processos e procedimentos através de uma redução contínua de desperdícios.

Dada a importância que estas filosofias representam para o mundo industrial e em particular para o presente projecto, ir-se-á apresentar alguns dos conceitos associados.

2.1 Enquadramento

Após a Segunda Guerra Mundial o Japão estava destruído economicamente e as indústrias a entrarem em colapso. Face a grande concorrência vinda dos Estados Unidos, o Japão viu-se obrigado a desenvolver produtos que tivessem maior qualidade e com preços inferiores aos que eram praticados pelos seus concorrentes directos.

A *Toyota*, liderada pelo engenheiro Taiichi Ohno, iniciou na década de 50 o desenvolvimento de um sistema de produção – *Toyota Production System* (TPS)- que se adequasse ao panorama da realidade económica Japonesa e que fizesse frente à concorrência do ocidente, especialmente a *Ford*. Este sistema de produção colocou em causa a real eficiência do sistema de produção em massa, até então a *Best Practice*, que defendia a produção de grandes quantidades de produtos padronizados para um mercado de amplas dimensões. Exemplo desse sistema de produção, era o sistema utilizado na *Ford*, em que a sua filosofia consistia em produzir uma grande quantidade de veículos de um único modelo, enquanto que a *Toyota* defendia a tese que seria necessário produzir modelos diferentes em pequenas quantidades. Para a *Toyota*, o real problema estava na forma em alcançar a eficiência e a redução de custos, focando essencialmente na produção *Just-In-Time* e na eliminação de desperdícios.

Esta nova filosofia implementada, permitiu à *Toyota* ultrapassar a indústria de produção em massa da *Ford*. O *Toyota Production System* foi sem dúvida, o catalisador do sucesso da empresa, dando à marca uma imagem positiva ao nível da qualidade, eficiência, tempos de entrega e preço. Com o crescente desenvolvimento e sucesso, muitas empresas não só Japonesas

mas também mundiais, olharam para o TPS como solução dos seus problemas económicos, em grande parte devido aos excessivos gastos de produção. Com isto, o *Just-In-Time* e o TPS começaram a ter enorme sucesso no seio da indústria Mundial.

Com o aumento da competitividade, face à globalização automóvel, e à mudança de exigências do mercado, o TPS abalou diversas companhias de todo o Mundo e foi consagrado como um modelo de sucesso. O termo Lean Manufacturing surge de estudos realizados pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), ao sistema de produção introduzido pela *Toyota*. Este estudo tinha como principal finalidade, a análise e a representação dos fundamentos deste bem sucedido sistema de produção.

O sucesso do *Lean Manufacturing*, deve-se em grande parte, ao uso de ferramentas e métodos de melhoria contínua, como *Just-in-Time*, eliminação de desperdícios, *Kaizen*¹, normalização, entre outras. O *Lean Manufacturing*, para além de ser uma filosofia que visa garantir a satisfação do cliente, permite realizar uma abordagem global aos sistemas de criação de valor da organização. Esta abordagem visa essencialmente os processos, as pessoas, a sua segurança e moral, criando uma cultura de melhoria contínua em toda a organização.

“What is the secret of Toyota’s success? The incredible consistency of Toyota’s performance is a direct result of operational excellence. Toyota has turned operational excellence into a strategic weapon. This operational excellence is based in part on tools and quality improvement methods made famous by Toyota in the manufacturing world, such as just-in-time, kaizen, onepieceflow, jidoka, and heijunka. These techniques helped spawn the “lean manufacturing” revolution. But tools and techniques are no secret weapon for transforming a business. Toyota’s continued success at implementing these tools stems from a deeper business philosophy based on its understanding of people and human motivation. Its success is ultimately based on its ability to cultivate leadership, teams, and culture, to devise strategy, to build supplier relationships, and to maintain a learning organization.”
(Liker,2004)

¹ Melhoria contínua em japonês

2.2 Princípios

2.2.1 JUST-IN-TIME

O *Just-in-Time* foi desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno e está estritamente ligado ao sucesso do *Toyota Production System*, sendo mesmo um conceito base para aplicação e desenvolvimento do *Lean Manufacturing*. Segundo o criador, *Just-in-Time* consiste em fornecer a um determinado processo apenas os componentes necessários, na quantidade adequada e no local e hora certa (Ohno,1988).

Segundo Alves (1995), a principal meta do JIT é desenvolver um sistema que permita a um fabricante ter somente os materiais, equipamentos e pessoas necessárias para cada tarefa. Para se atingir esta meta, será então necessário trabalhar em seis objectivos básicos:

- Integrar e Optimizar cada etapa do processo de fabrico
- Produzir produtos de qualidade
- Reduzir os custos de produção
- Produzir apenas em função do que é pedido
- Desenvolver flexibilidade de produção
- Manter os compromissos assumidos com clientes e fornecedores

De notar, que o princípio de identificação de desperdícios, apresenta aqui um papel importante. A melhoria continua dos processos e colaboradores, e também a crescente importância de entender e responder aos requisitos do cliente representam também outros factores importantes para a concretização desses objectivos.

Assim, com a aplicação deste conceito é possível alcançar uma taxa de produção pretendida, minimizando não só os *stocks* de matéria-prima e de produto acabado, mas também, uma possível diminuição do *Work in Process* (WIP), isto é, o material entre máquinas ou processos a espera de ser processado. Melhorando todos estes elementos, o *Lead Time* também diminuirá, permitindo assim à empresa atender às exigências de entrega, qualidade e custo.

Através da aplicação deste sistema, as indústrias conseguem adaptar-se muito bem às necessidades do mercado exigente, pois o JIT está dotado de uma produção flexível capaz de estar atenta a qualidade e diminuição dos custos.

2.2.2 ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS

O ponto de partida para a produção *Lean* é o conceito de Valor, visto pelo cliente. Valor é o que o cliente está disposto a pagar pelo produto. Para o cliente, a única função de quem produz é criar valor (Womack & Jones, 2003). Todas as actividades que não agregam valor são geradoras de desperdícios devendo portanto ser eliminadas. Os desperdícios, não adicionam nenhum valor ao produto/serviço final e são causadores de problemas tais como, aumento de custo e tempo.

“Desperdício é algo que o cliente não estará disposto a pagar, devendo portanto ser eliminado” (Karlsson & Ahlstrom, 1996).

Hines & Taylor (2000) mencionam que quando se pensa em desperdício, é normal definir três tipos de actividades:

- 1- Actividades que acrescentam valor ao produto ou serviço – São as actividades que aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto.
- 2- Actividades que não criam valor (desperdício) – São actividades que, aos olhos do consumidor final não adicionam valor ao produto, devendo ser eliminadas do processo a curto/médio prazo.
- 3- Actividades com desperdício tolerado - São actividades que são necessárias em certas circunstâncias, no entanto, estas não agregam valor ao produto final.

Estes autores referem ainda que estes três tipos de actividades foram encontrados nas empresas de produção com as seguintes proporções:

- 5% Actividades que acrescentam valor ao produto
- 60% Actividades que não criam valor (desperdício)
- 35% Actividades com desperdício tolerado

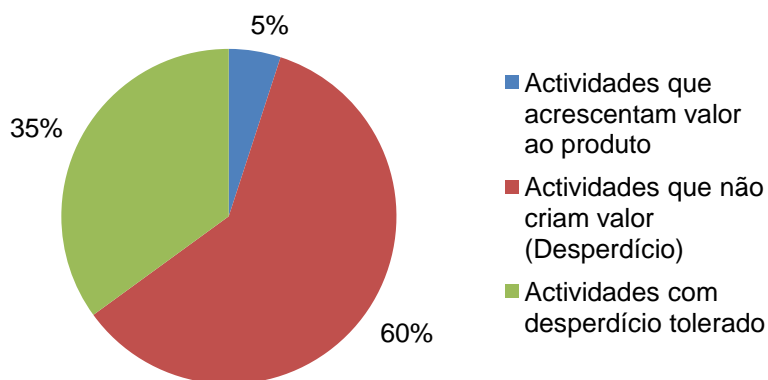


Figura 2.1 - Três tipos de actividades segundo Hines & Taylor (2000)

Face a estes resultados, conclui-se facilmente que a identificação e a eliminação de desperdício poderá ser uma das formas mais eficazes de qualquer empresa aumentar a sua performance, devido ao facto de estes terem impacto directo sobre o custo, qualidade e entrega.

Para eliminar o desperdício, é extremamente importante, entender qual é o seu tipo e a sua origem. A eliminação de todo tipo de desperdício é um dos maiores objectivos de uma implementação *Lean*.

A contínua redução e eliminação de desperdícios, resultam em surpreendentes resultados para as empresas, tais como: diminuições nos custos de fabrico, diminuição do *Lead Time*. Assim, para cada “*muda*”², existe uma estratégia para reduzir ou eliminar os efeitos nas empresas melhorando a performance e a qualidade dos produtos.

Os 7 tipos de desperdícios identificados por Taiicho Ohno serão aqui apresentados e discriminados.

Produção em excesso

Produzir mais do que é pedido pelo cliente é o maior causador da criação de outros desperdícios, tais como: consumo de matéria prima em excesso, uso inútil de mão-de-obra e equipamentos, aumento do custo de transporte e espaço para armazenar o excesso de *stock*, entre outros. Para eliminar este desperdício, apenas deverá ser produzida a quantidade pedida pelo cliente e no momento em que ele precise.

Stock

A principal causa deste desperdício é o excesso de produção. Os *stocks* não agregam valor e são causadores de problemas. Este desperdício traz também custos às empresas, pois é exigido mão-de-obra e equipamento adicional, como por exemplo, o transporte e armazenamento de material. A redução dos *stocks* tanto de matéria prima como de produto final, podem ser eliminados através da redução do *Work in Progress* (WIP) e da produção apenas por encomenda. É possível também, abdicar de materiais e ferramentas obsoletas utilizando a metodologia 5S.

Movimento

Qualquer movimento de uma pessoa que não acrescente valor ao produto é considerado desperdício. Este desperdício está relacionado com a procura de material ou de ferramentas, ou associado a deslocamentos realizados entre postos de trabalho. A implementação da metodologia 5 S, a organização dos postos de trabalho, a melhoria dos *layouts*, e a optimização dos métodos de transporte, são soluções viáveis para a eliminação deste desperdício.

Sobre-Processamento

Por vezes, a forma como está ser elaborada a operação é inadequada e resulta em “*Muda*”. Nesse sentido, é importante identificar quando as limitações dos equipamentos e dos processos estão presentes. É necessário uma correcta manutenção e preparação de materiais, de forma a que sejam evitadas operações adicionais. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto/serviço final deverá ser analisado e eliminado. É assim importante, a aplicação de técnicas ou de metodologias de engenharia, de modo a que seja realizada uma redução no número de componentes ou de operações.

² Muda – é a expressão japonesa utilizada para designar o desperdício

Espera

Este desperdício ocorre quando o operador permanece ociosamente a olhar para uma máquina em operação, ou quando fica em compasso de espera pelo início da tarefa. Estas paragens normalmente surgem devido ao mau funcionamento do fluxo de material. Nestas situações, o supervisor deverá controlar a situação, de forma a que os recursos sejam alocados noutras actividades, como por exemplo, os 5S.

Transporte

Os transportes entre processos, apesar de ser uma parte importante das operações, não adicionam qualquer valor. Existe por isso, a necessidade da eliminação ou optimização do transporte. Isto é possível, através de um melhoramento do *layout*, de modo a que as distâncias a percorrer sejam minimizadas. Também é possível melhorar esta actividade através de um aperfeiçoamento da coordenação dos processos e na organização dos postos de trabalho, evitando assim, deslocações desnecessárias.

Defeitos

Os desperdícios que resultam da existência de defeitos nos produtos são talvez aqueles que mais custos trazem a empresa. A entrega de produtos com defeitos ao cliente poderá resultar a sua perda. Desta forma, produtos com defeitos exigem re-trabalho, havendo por isso necessidade de recursos e esforços extra, aumentando assim os custos associados e o *Lead Time*. Para a eliminação destes desperdícios, o sistema deverá ser preventivo, de forma a identificar os erros e as suas origens para que possam ser eliminados. Assim, a melhor solução passa por procurar fazer tudo bem à primeira, evitando re-trabalhos diminuindo assim, os custos associados.

2.2.3 TRABALHO NORMALIZADO

“For a production person to be able to write a standard work sheet that other workers can understand, he or she must be convinced of its importance.... High production efficiency has been maintained by preventing the recurrence of defective products, operational mistakes, and accidents, and by incorporating workers’ ideas. All of this is possible because of the inconspicuous standard work sheet”

Taiichi Ohno

O trabalho normalizado é um princípio fundamental na implementação da filosofia *Lean Manufacturing*. O trabalho *standard* é uma ferramenta que permite coordenar processos, padronizando os procedimentos de forma transparente. O trabalho normalizado não se aplica somente aos colaboradores directos, mas também a todos colaboradores indirectos e administrativos. Este deverá estar documentando correctamente e ser o mais transparente possível, de forma a que não surja segundas interpretações na execução do processo, ou da actividade.

“Today’s standardization ... is the necessary foundation on which tomorrow’s improvement will be based.”

Henry Ford

O trabalho *standard* é uma ferramenta importante que permite analisar os indicadores de desempenho do processo, para que deste modo seja possível também controlar os requisitos de Qualidade, Custo e Entrega (QCD).

Devido a importância que estes requisitos representam num mercado competitivo, as normas não deverão ser estáticas, isto é, deverão estar em constante desenvolvimento de modo a que sejam servidas de base para futuras actividades de melhoria, mantendo assim a competitividade. Através da figura 2.2, é possível visualizar todos os elementos importantes para a realização do processo de melhoria contínua (*Kaizen*), sendo o trabalho normalizado um pilar indispensável para a realização desses processos.

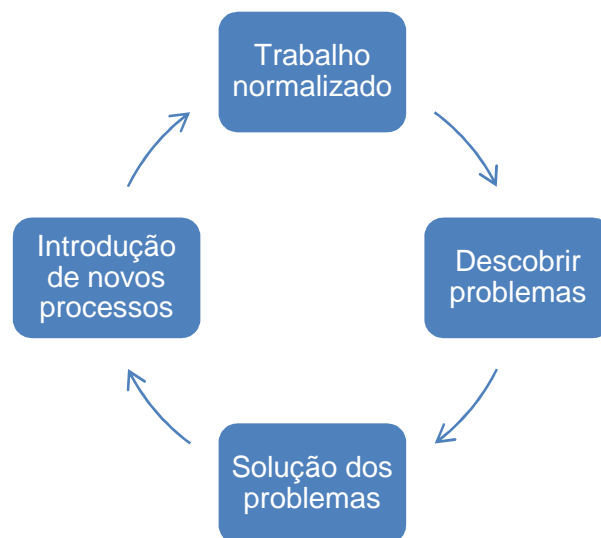


Figura 2.2 - Processo de melhoria contínua (Fonte: Manual do BPS)

2.3 Metodologia 5S

Os 5 S é uma metodologia originária do Japão, sendo reconhecidamente o instrumento mais relevante no sucesso da indústria Japonesa no pós-guerra³. O seu nome é um acrónimo de cinco palavras japonesas, Seiri (Triagem), Seiton (Arrumação), Seisou (Limpeza), Seiketsu (Normalizar), Shitsuke (Disciplina).

A metodologia 5S, como um instrumento de melhoria, tem como objectivos: a simplificação do ambiente de trabalho, a eliminação de actividades que não acrescentam valor ao produto, a eliminação de desperdícios, a redução de níveis desadequados de stock, o melhoramento da eficiência de trabalho, o aumento da segurança e a obtenção de um maior nível de qualidade.

Como o seu próprio nome indica, a metodologia 5S tem cinco fases. Estas têm que ser realizadas sequencialmente e de forma continuada. Para o sucesso da implementação desta metodologia, torna-se importante, que em cada fase sejam agendadas e documentadas as actividades, de forma a que seja possível uma constante verificação, manutenção e melhoria.

1ªFase- Seiri-Triagem

Esta etapa tem como objectivos: a identificação de materiais, ferramentas, equipamentos, dados ou informações, eliminando ou dando o devido destino ao que é considerado desnecessário ao exercício das actividades. Para além de identificar os excessos e/ou desperdícios, é importante identificar “o porquê do excesso” de modo a que medidas preventivas possam ser adoptadas para evitar o acumulo destes excessos.

No fim da aplicação desta etapa espera-se que seja possível libertar espaço na área de trabalho, melhorar a organização pessoal e obter um melhor reaproveitamento dos recursos diminuindo assim os custos associados.

2ªFase- Seiton- Arrumação

Depois da execução da triagem, é necessário definir os locais apropriados e critérios de armazenamento de modo a facilitar a localização e o uso dos recursos. Para organizar de uma maneira funcional o local de trabalho deve-se: armazenar os recursos em locais de fácil acesso, padronizar nomes, guardar objectos semelhantes no mesmo lugar, usar etiquetas de cores vivas para identificação do nome e lugar de cada objecto, consumir primeiro os itens mais velhos, etc... O lema nesta fase é : “ Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar”.

Com isto, é possível melhorar o conforto do local de trabalho, diminuir o risco de acidentes e de erros, reduzir o desperdício de materiais obsoletos e do tempo de procura.

3ªFase- Seisou- Limpeza

Limpeza, significa criar condições favoráveis à saúde no trabalho. É necessário manter os locais de trabalho limpos e seguros, para que seja garantido um ambiente saudável e livre de agentes poluidores.

³ 2º Guerra Mundial

Promovendo um ambiente saudável, melhora-se a qualidade de vida na empresa e por consequente diminui-se o absentismo, aumentando assim, a produtividade. Num ambiente limpo a aparência pessoal e da empresa saem valorizados.

4ªFase- Seiketsu- Normalização

Nesta fase são criadas normas para a realização das tarefas correspondentes aos 3 S anteriores. São organizadas agendas e condutas claras para o controlo da limpeza e arrumação (acções/frequências/responsáveis pela realização e controlo) por exemplo: Planos de limpeza, Check de limpeza diário. São também criados padrões internos ao nível da documentação e arquivo, e sistemas de gestão visual padronizadas com cores e ícones.

5ªFase- Shitsuke- Disciplina

Esta fase será a mais difícil de alcançar e implementar. É importante consciencializar todos os colaboradores pela necessidade de consolidar as melhorias alcançadas com a prática dos 4 S anteriores, garantindo assim o sucesso desta metodologia. É importante desenvolver o hábito de observar e seguir normas, regras, procedimentos, atender especificações. A auto-disciplina requer a consciência e um constante aperfeiçoamento de todos os colaboradores no ambiente de trabalho.

2.4 Logística Interna

Nos dias que correm, as organizações são desafiadas a trabalhar de forma eficiente e eficaz para garantir a continuidade das suas actividades. A elevada concorrência do mercado externo e a crescente necessidade de agregar valor ao produto/serviço, veio despertar nas empresas uma necessidade de reestruturação, designadamente na redução de custos e optimização de processos internos. Essa preocupação, fez com que as empresas despertassem uma maior atenção para a qualificação dos fornecedores, gestão de stocks e das compras, assim como, as actividades de transporte, movimentação e armazenagem, desde as matérias primas aos produtos finais.

Desde então, a área da logística passou a ter um papel fundamental neste novo contexto, na concretização destes desafios, tendo como objectivo a redução de custos e a maximização dos lucros das organizações.

Gestão Logística é definida pelo *Council Of Supply Chain Management Professionals* (2008), como uma parte do processo da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla o eficiente e eficaz fluxo directo e inverso, e a armazenagem de produtos, serviços e informação relacionada, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, de forma a satisfazer os requisitos dos clientes.

Moura (2006), refere que na arquitectura dos sistemas logísticos, os fornecedores e os clientes estão ligados por nodos (fábricas, armazéns, centros de distribuição, etc.), entre os quais circulam produtos e informação. Este processo engloba três ciclos (figura 2.3) – Aprovisionamento, Apoio à produção e Distribuição física - nos quais os produtos são sujeitos a

operações de manuseamento, transportes e outras, de forma a satisfazerem os clientes (quaisquer e não apenas os consumidores finais).

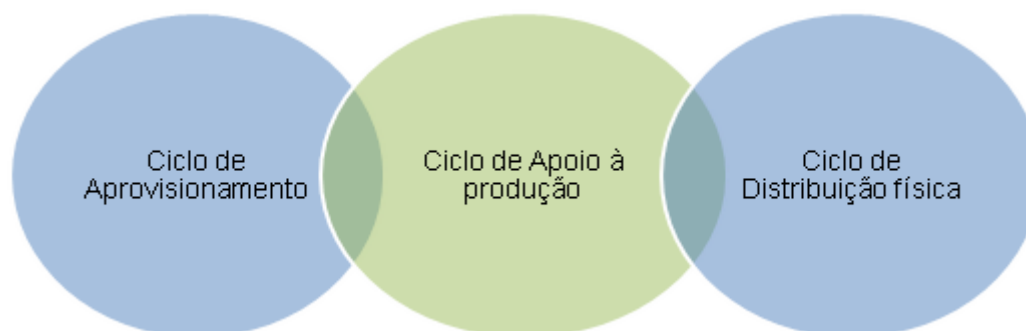


Figura 2.3 - Ciclos da logística (Fonte: Moura 2006)

O estudo apresentado nesta dissertação, insere-se no âmbito dos ciclos de apoio à produção ou gestão de materiais, que está estritamente relacionado com os fluxos de materiais.

Segundo Moura (2006), a gestão de materiais aplica-se principalmente à função produção, iniciando-se com a recepção de materiais dos fornecedores, passando pelo apoio às operações de fabrico de produtos acabados. Ainda que se enquadre na logística, o âmbito desta é mais amplo, visto que engloba a gestão de fluxos de informação e de matérias primas, componentes, produtos em curso de fabrico e produtos finais em toda a cadeia, desde os fornecedores aos consumidores finais.

Moura (2006), refere ainda que a logística interna é importante para as estratégias de produção modernas que requerem ciclos de produção mais curtos, sendo, por isso, muito sensíveis quanto ao tempo necessário para as mudanças de produção. Para além disso, as novas estratégias de produção são muito exigentes, visto que muitos componentes têm origens muito diversas, são fabricados em diferentes locais, o que implica a necessidade de movimentos e manuseamentos céleres e muito variados.

Em suma, a logística interna nas empresas, tem vindo a desempenhar uma função importante nas organizações. Os processos de logística interna são responsáveis pela movimentação e armazenamento de materiais dentro da empresa. Este fluxo de materiais, é extremamente importante para um bom funcionamento das linhas de montagem. Sendo assim, e tendo em conta a constante preocupação na obtenção de fluxo de materiais eficazes e na redução dos níveis de stock, consequentemente uma redução nos custos de armazenamento, a filosofia JIT tem vindo a revelar ser extremamente importante para o bom funcionamento da Logística, mais concretamente na Logística Interna.

2.5 Conceito Milk Run

“Transport is a form of waste (muda), but production cannot take place without it. In the production system, transporting means moving the smallest possible amount together with the necessary information efficiently at the exactly appropriate moment (pulling)”

Hitoshi Takeda (1999)

Para dar resposta aos novos desafios de um mercado competitivo e exigente, onde os custos de fabrico têm que ser cada vez mais reduzidos, surge a constante necessidade de melhorar os processos internos, nomeadamente processos de logística interna. Esta tem vindo a desempenhar um papel fundamental no bom funcionamento dos processos produtivos. É pois necessário, que seja garantido um correcto e contínuo fluxo de materiais, de forma a que as linhas de montagem sejam abastecidas correctamente. Deste modo, é importante que os materiais sejam entregues à hora certa, na quantidade certa, respeitando os critérios de qualidade e conseguindo assim, uma boa implementação da filosofia *Just-In-Time*. Desta forma, é possível reduzir o preço final do produto e garantir a satisfação do cliente.

Deste modo, torna-se necessário utilizar um sistema de abastecimento eficaz e eficiente, que apenas entregue as quantidades necessárias e na altura pretendida. Através destas necessidades, muitas empresas começaram por implementar, nos seus processos de logística interna, o sistema de abastecimento Milk Run.

O sistema de abastecimento Milk Run consiste no abastecimento de materiais às linhas de montagem, realizado de modo sistemático, normalmente em ciclos de 20 a 60 minutos, em percursos e horários normalizados. Estes abastecimentos são realizados por operadores logísticos que estão encarregues de fazer a recolha de material no armazém (*picking*) e a respectiva entrega pelas diferentes linhas. Estes materiais são colocados em pequenas caixas ou contentores de forma a eliminar os grandes volumes de materiais e por consequência o WIP.

O sistema Milk Run pode ser implementado tanto a nível interno como a nível externo através da recolha dos materiais pelos fornecedores.

As empresas têm vindo adoptar este sistema, na procura de soluções que aumentem a sua competitividade, visando a diminuição dos custos da cadeia de abastecimento, o *stock* e os custos associados ao transporte de materiais.

2.6 Bosch Production System

Desde 2002, o acrónimo BPS, *Bosch Production System*, passou a designar o sistema de produção utilizado nas empresas do grupo *Bosch*⁴, e representa uma adaptação do *Lean Manufacturing*. O BPS actua na eliminação dos desperdícios na produção, logística e processos de negócio. O BPS pretende alcançar processos padronizados “*Lean*” e “*Best-in-Class*”.

Optimizando os processos é possível reduzir o *Lead Time*, possibilitando assim uma melhoria no custo, na qualidade e na entrega dos produtos. Com isto, o BPS pretende assegurar a satisfação dos clientes e consequentemente o sucesso da empresa.

Na figura 2.4 apresenta-se o enquadramento histórico do surgimento do BPS.

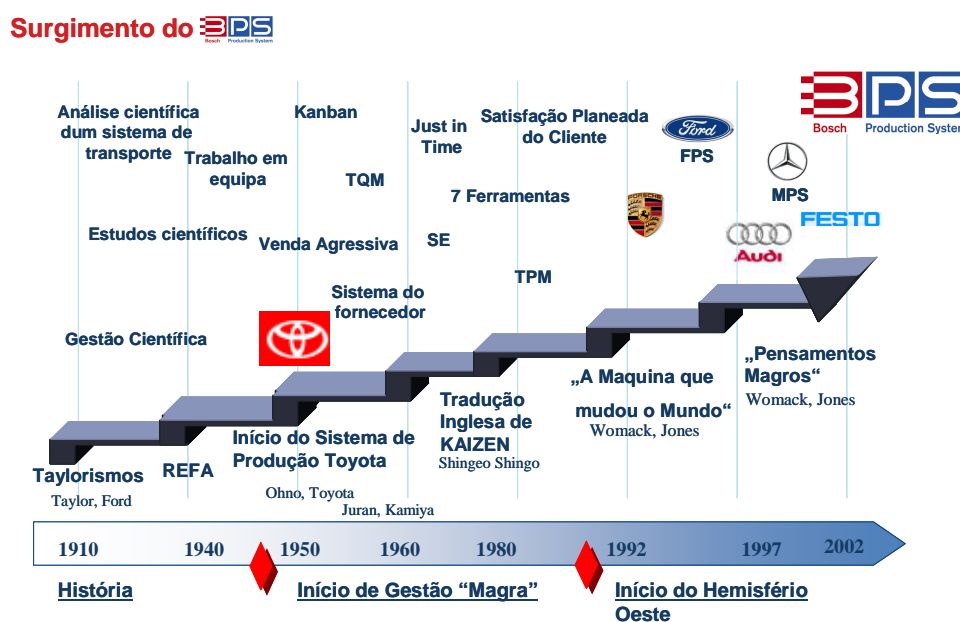


Figura 2.4 - Surgimento do BPS (Fonte: Manual do BPS)

O sistema BPS assenta num conjunto de princípios, em que o objectivo comum é a melhoria contínua e a constante eliminação de desperdícios.

Princípio “PULL”

Com a utilização do princípio “*PULL*”, apenas é produzido e fornecido ao cliente o que ele necessita. Introduzindo este princípio em simultâneo com a produção contínua e com a sincronização da produção e da logística, é possível reduzir os tempos de percurso e os stocks ao mínimo. Com isto, diminui-se os custos e os problemas que os stocks originam nas empresas.

Orientação para o Processo

A orientação ao processo visa a melhoria global e não apenas a optimização de uma função particular. Os processos são criados, optimizados, controlados globalmente e orientados para o

⁴ Em termos genéricos, podemos dizer que o BPS procura designar o conjunto de práticas, ferramentas, metodologias que a Bosch resolveu implementar nas suas unidades fabris.

cliente. É pretendido que todos os processos desde o pedido do cliente até a execução da encomenda sejam simplificados e acelerados.

Qualidade Perfeita

O grande objectivo deste princípio é evitar defeitos “Zero Defeitos”, através de acções de prevenção. As acções correctivas e preventivas, nomeadamente, os ciclos de controlo rápidos, evitam erros repetitivos, assegurando assim a qualidade dos Produtos/Serviços.

Flexibilidade

Este princípio refere que a flexibilidade é traduzida na facilidade e na rapidez de adaptação da organização e das ferramentas de trabalho. Desta forma os novos produtos são implementados de uma forma simples e rápida.

Trabalho Standard

O trabalho standard é um elemento importante na organização do trabalho nas áreas de produção e logística. Com o trabalho normalizado, os processos tornam-se mais transparentes, os desvios são detectados mais rapidamente e os desperdícios são eliminados mais facilmente. As normas são baseadas em padrões “Best-in-Class” e não são estáticas, isto é, estão continuamente a serem desenvolvidas e melhoradas.

Eliminação de Desperdício e Melhoria Contínua

O princípio do trabalho normalizado é a base para melhorias futuras. Através dos standards é possível eliminar de uma forma eficiente os desperdícios e monitorizar os processos. O princípio da melhoria contínua fundamenta-se no lema “ Não há nada que não possa ser melhorado”.

Processo Transparente

Os processos devem ser simples e directos. Os processos transparentes são encarados de forma clara, e os desvios aos objectivos são imediatamente visíveis. Este princípio refere também que todos os intervenientes conhecem as suas tarefas e objectivos. Isto facilita uma orientação rápida em todas as áreas, melhorando assim, a compreensão global do processo.

Envolvimento e Auto-Responsabilidade

Todos os colaboradores contribuem para o sucesso dos processos produtivos de forma competente e responsável. As áreas de responsabilidade são claras e bem conhecidas. Cada colaborador conhece o seu contributo para o sucesso global, e é utilizado o seu conhecimento e criatividade para o desenvolvimento da empresa.

Capítulo 3

3 Caracterização e Análise do Problema

Neste capítulo apresenta-se de forma mais detalhada o problema tratado nesta dissertação, fazendo-se a sua respectiva caracterização. Desta forma, pretende-se identificar e avaliar todas as actividades críticas do processo, de modo a eliminar possíveis desperdícios e formular soluções de melhoria.

Apresenta-se ainda, a metodologia e ferramentas usadas para o levantamento de indicadores “As-Is” do processo. Estes resultam de valores medidos ou calculados que irão permitir um estudo sustentado e consequentemente uma análise mais rigorosa sobre possíveis soluções de melhoria, de modo a que o trabalho realizado vá ao encontro dos objectivos propostos.

3.1 Descrição do problema

O projecto apresentado vem ao encontro da necessidade de otimizar processos na área da logística interna, tendo sido realizado no departamento de logística, numa empresa cuja principal actividade consiste na montagem de Auto-Rádios. Esta empresa tem como função, adquirir todos os materiais aos seus fornecedores e posteriormente proceder à sua montagem, controlo e expedição de Auto-Rádios.

O processo de logística interna em causa, corresponde ao processo de abastecimento às linhas de inserção automática de componentes.

As linhas de inserção automática, como o próprio nome indica, têm como finalidade a inserção automática de componentes electrónicos SMD's⁵ nas PCB⁶. O fornecimento de materiais a estas linhas, é realizado recorrendo a um processo de abastecimento sistemático Milk Run. Este abastecimento é efectuado em ciclos predefinidos de 20 minutos, por 3 Milk Run. Nestes ciclos os operadores logísticos deverão realizar as seguintes actividades:

- Ler e confirmar os pedidos das linhas recorrendo a um leitor RFID (*Radio-Frequency Identification*);
- *Picking* dos materiais necessários no armazém SMD;

⁵ Surface Mounting Devices

⁶ Printed Circuit Board

- Abastecer as linhas de inserção automática;

Tendo como objectivo a optimização global, procurou-se estudar e definir metodologias para optimização do processo de abastecimento às linhas de inserção automática, de forma a que o sistema de abastecimento seja realizado por apenas 2 Milk Run. Como tal, a identificação e eliminação de desperdícios e a análise de possíveis soluções de melhorias, baseadas em filosofias *Lean Manufacturing* e *Just-in-Time* constituem passos importantes para a concretização deste projecto.

3.2 Caracterização da Situação Actual “AS-IS”

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

Zona de Produção

Como já foi referido anteriormente, as linhas de inserção automática SMD têm como finalidade a inserção automática de componentes electrónicos nas PCB. A esta técnica dá-se o nome de montagem SMT⁷. No caso de estes componentes serem de maiores dimensões e não poderem ser colocados pela tecnologia SMT, estes serão inseridos nas linhas de inserção radial (IR).

Segundo o tipo de produção, as linhas de inserção automática dividem-se em: linhas de produção de placas principais, placas de serviço, antenas, tuners, distribuidoras e BP7.

As linhas que estão destinadas a produzir placas principais são as que apresentam uma maior taxa de consumo. Isto tem especial relevância para o desenvolvimento do projecto, devido ao facto destas linhas terem uma maior cadência de pedidos, como é o caso das linhas SMD1, SMD2, SMD3 SMD6, SMD7 e SMD9.

Para analisar de forma adequada a quantidade de pedidos que cada linha realiza, foi efectuado um levantamento de registos para um período de cerca de 7 semanas. Devido a grande quantidade de dados, foi elaborado um programa em *Visual Basic for Applications* em *Ms Excel* que pudesse efectuar um tratamento de dados desses registos referentes ao período em questão. Na tabela a seguir apresentada (tabela 3.1), é possível verificar a quantidade de pedidos que cada linha realizou.

⁷ Surface Mounted Technology

Tabela 3.1: N° de pedidos por linha numa amostragem de 7 semanas.

	N° de pedidos	%
smd6	12918	11%
smd7	11608	10%
smd10	10853	9%
smd3	12034	10%
smd2	9015	8%
lr9	1331	1%
lr11	1468	1%
lr12	1958	2%
lr16	1027	1%
lr17	1304	1%
smd11	2485	2%
smd12	1741	1%
smd13	2384	2%
smd16	3512	3%
smd17	1995	2%
smd18	1668	1%
smd1	8981	8%
smd19	8628	7%
smd20	4890	4%
smd5	4122	4%
smd21	2247	2%
smd22	2130	2%
smd23	4613	4%
smd24	3484	3%
Total	116396	100%

Sempre que o operador das linhas considere necessário abastecer a sua linha com um determinado material, faz a requisição do mesmo através de um PDA (*Personal Digital Assistants*). Esse pedido é então transferido através do sistema de informação para o armazém SMD, como pedido pendente, onde posteriormente irá ser lido por um operador Milk Run quando este iniciar o ciclo.

A zona de produção da área de inserção automática, é composta por 20 linhas SMD e 5 linhas de inserção radial, perfazendo um total de 25 linhas, como é ilustrado na figura 3.1.

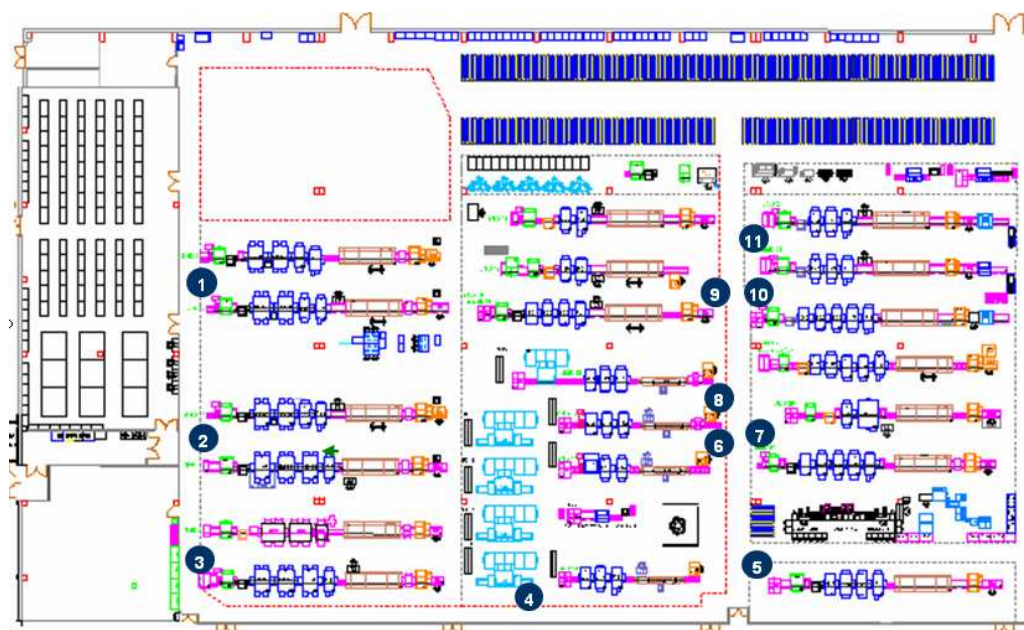


Figura 3.1 – Zona de produção da área de inserção automática

Os pontos assinalados a azul, correspondem às mesas de abastecimento ou pontos de entrega de material (figura 3.2) que têm como funcionalidade receber os materiais pedidos pelas linhas e armazená-los até serem consumidos, funcionando assim como um buffer intermédio de stock.



Figura 3.2 – Mesa de abastecimento das linhas SMD6 e SMD7

Cada ponto de entrega está destinado a abastecer duas linhas adjacentes, com exceção do ponto de entrega para as linhas de inserção radial (IR), que é comum a todas estas.

Fazendo um total de 11 pontos de entrega, as linhas de inserção automática estão distribuídas da seguinte maneira:

Ponto de Entrega 1 : Linha SMD6 e SMD7

Ponto de Entrega 2 : Linha SMD10 e SMD3

Ponto de Entrega 3 : Linha SMD2 e SMD1

Ponto de Entrega 4 : Linha IR9, IR11, IR12, IR16, IR17

Ponto de Entrega 5 : Linha SMD22

Ponto de Entrega 6 : Linha SMD11 e SMD12

Ponto de Entrega 7 : Linha SMD19 e SMD20

Ponto de Entrega 8 : Linha SMD13 e SMD14

Ponto de Entrega 9 : Linha SMD17 e SMD18

Ponto de Entrega 10 : Linha SMD5 e SMD21

Ponto de Entrega 11 : Linha SMD23 e SMD24

Armazém

A área de estudo englobou também o armazém SMD (figura 3.3, 3.4), que tem como finalidade armazenar todos os materiais necessários para satisfazer as linhas de inserção automática. Este, acondiciona os materiais numa localização demarcada, permitindo assim uma fácil localização do produto. Este armazém funciona segundo o conceito de *supermercado*, isto é, os materiais são de fácil acessibilidade e o seu reabastecimento é impulsionado pelo consumo.



Figura 3.3 – Armazém SMD

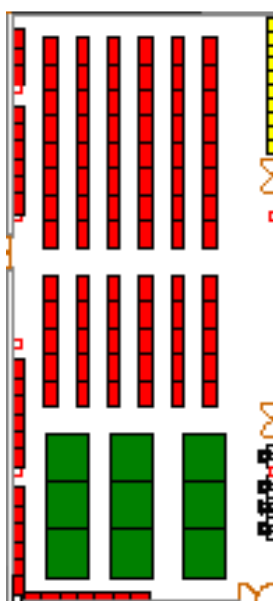


Figura 3.4 – Layout do armazém

Em termos físicos o supermercado ocupa um espaço com 15 metros de largura e 33 metros de comprimento.

Os materiais aí existentes estão dispostos em 12 filas ordenadas alfabeticamente, tendo cada fila uma sequência de módulos, que segue o critério anterior e apresenta a seguinte identificação: AA, AB, AC...BA, BB...etc., num total de 126 módulos. Estes estão, por sua vez, divididos em níveis, os quais se subdividem em lugares. Na imagem seguinte (Figura 3.5) é possível ter uma visão mais pormenorizada de todos os módulos existentes no armazém e a sua respectiva localização.

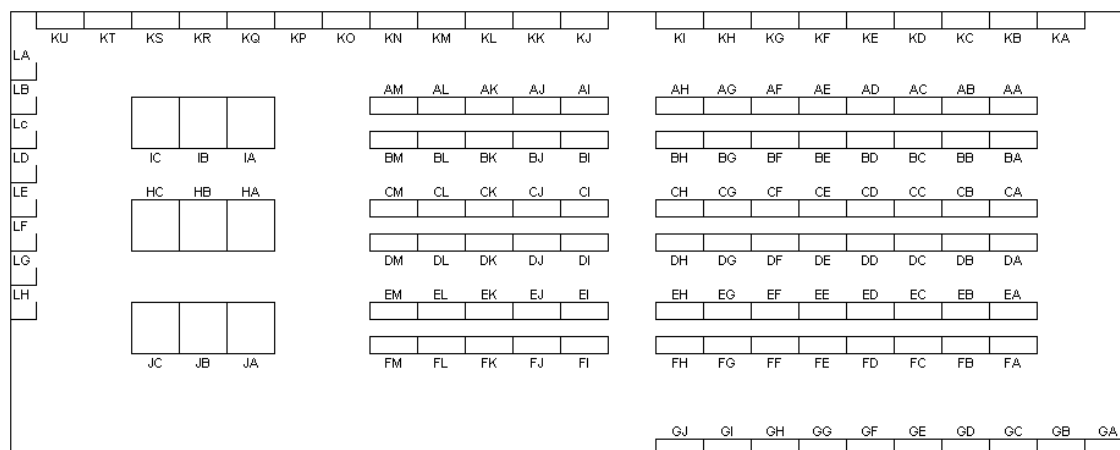


Figura 3.5 – Localização das filas e módulos

Na figura 3.4 é possível analisar a disposição dos vários tipos de componentes no armazém SMD. Enquanto a zona verde corresponde à área de armazenamento das placas e caixas de radiais, a vermelho estão representados os módulos das bobines de componentes electrónicos, e a amarelo as etiquetas.

O armazém SMD tem no total cerca de 2243 referências SKUs (*Stock Keeping Unit*). Estas podem ser distribuídas por tipo de material usado nas linhas: placas e caixas de radial⁸ e bobines de componentes SMD. Como é possível verificar através da tabela 3.2, a maior parte das referências existentes no armazém são de componentes do tipo bobines.

Tabela 3.2 : N° de referências para cada tipo de material

Bobines	1684
Etiquetas	233
Placas e caixas de radial	326
Total	2243

Considerando a característica dos SKU's quanto à procura, as referências podem ser divididas em três classes distintas, procura alta, procura média, procura baixa. Com isto, e utilizando a ferramenta desenvolvida para analisar os indicadores semanais (será dada mais relevância posteriormente), foram analisadas as saídas de material durante uma semana para saber quais dos seguintes tipos de material tem maior procura. Numa amostragem de 17481 pedidos, 87 % dos pedidos são bobines (procura alta), 11% Placas e caixas de radial (procura média) e somente 2 % etiquetas (procura baixa) (figura 3.3).

⁸ Caixas de cartão que transportam componentes de maiores dimensões, como por exemplo : Condensadores, cristais, transístores.

Tabela 3.3 : Procura de material

Bobine	15247	87%
Etiqueta	273	2%
Placas e caixas de radial	1961	11%
Total	17481	100%

A identificação da localização dos materiais é feita por um código em grupo, isto é, o código está dividido em grupos que se associam a um significado, neste caso, ao módulo, nível e lugar onde se encontra o material. Por norma a identificação da localização de um material é realizada, por exemplo, da seguinte forma :

- AA 100003

O que significa que um determinado material, se encontra no módulo AA, no nível 1 e no lugar 3. Esta identificação será dada ao Milk Run, por meio do RFID, de forma a localizar a peça pretendida.

De forma a facilitar a identificação dos corredores de *picking* e de abastecimento de material, estes apresentam etiquetas de cor verde e azul respectivamente (figura 3.6). De notar que em todas as filas adjacentes o corredor de *picking* é o mesmo, excepto para a fila E e F. Ambos os corredores têm 1 metro de largura.

Figura 3.6 - Corredor de *picking* e de abastecimento

É importante referir que durante a realização deste trabalho, o *layout* do armazém foi sofrendo várias alterações. A maior parte do estudo foi concentrado neste último modelo apresentado.

Sistema Milk Run

O sistema Milk Run tem como função proceder ao abastecimento cíclico das linhas de inserção automática. Este sistema é constituído por 3 Milk Run, em que num deles o abastecimento é realizado por um comboio logístico e nos restantes por um operador com um carrinho com caixas divisórias. O grande objectivo destes Milk Run, é proceder de forma eficiente e correcta ao abastecimento das linhas em ciclos de 20 minutos e em horários predefinidos. De forma a evitar congestionamento nos corredores do armazém SMD e na zona de produção, os horários predefinidos para cada início de ciclo estão desfasados entre os 3 Milk Run. No anexo 1 poderão ser consultados os respectivos horários de cada Milk Run.

Milk Run 1

Características:

- Nº Total de linhas que abastece: 5 (SMD6, SMD7, SMD10, SMD3, SMD2)
- Nº Total de pontos de entrega: 3
- Distância a percorrer no abastecimento e no caminho de retorno ao armazém: 63 metros

É importante referir que as linhas abastecidas por este Milk Run, são linhas de grande cadência produtiva, logo têm uma maior taxa de pedidos. A figura seguinte apresenta as actividades e as rotas que o Milk Run deve tomar.

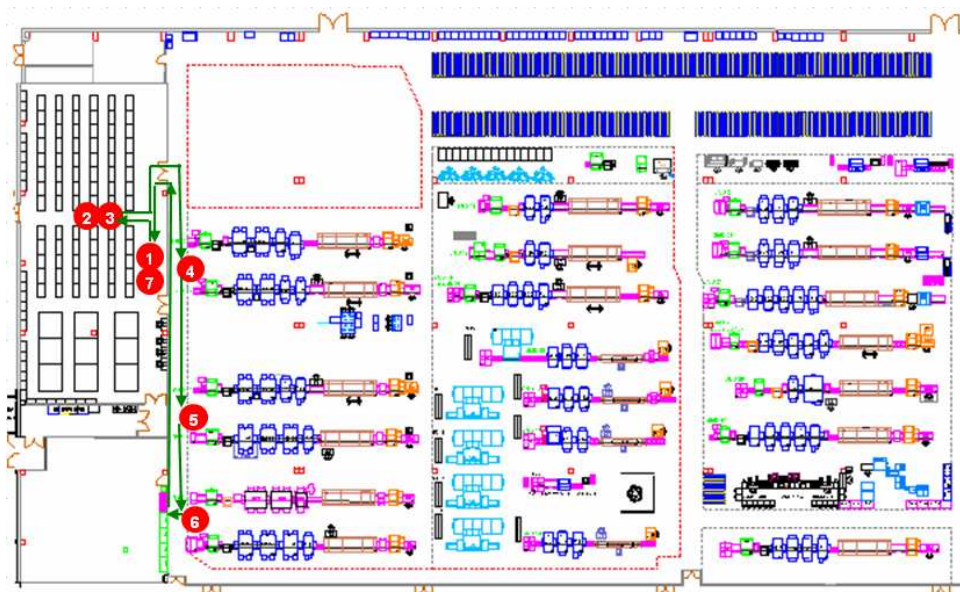


Figura 3.7 – Rota e Pontos de entrega do Milk Run1 AS-IS

Este operador logístico executa, de forma resumida, as seguintes actividades:

- 1- Início de ciclo
- 2- *Picking* de materiais
- 3- Confirmação do material
- 4- Abastecimento às linhas SMD6 e SMD7
- 5- Abastecimento às linhas SMD10 e SMD3
- 6- Abastecimento à linha SMD2

7- Fim de ciclo

Este abastecimento é realizado com um carrinho de mão com caixas *Rack* (figura3.8). Estas estão identificadas pelos nomes das linhas que correspondem ao Milk Run1, de forma a que o material ao ser colocado no carrinho pelo operador logístico possa ser separado pelas linhas correspondentes.



Figura 3.8 – Carrinho de mão

Milk Run 2

Características:

- N° Total de linhas que abastece: 11 (IR9, IR11, IR12, IR17, SMD11, SMD12, SMD13, SMD16, SMD17, SMD18)
- N° Total de pontos de entrega: 4
- Distância a percorrer no abastecimento e no caminho de retorno ao armazém: 196 metros

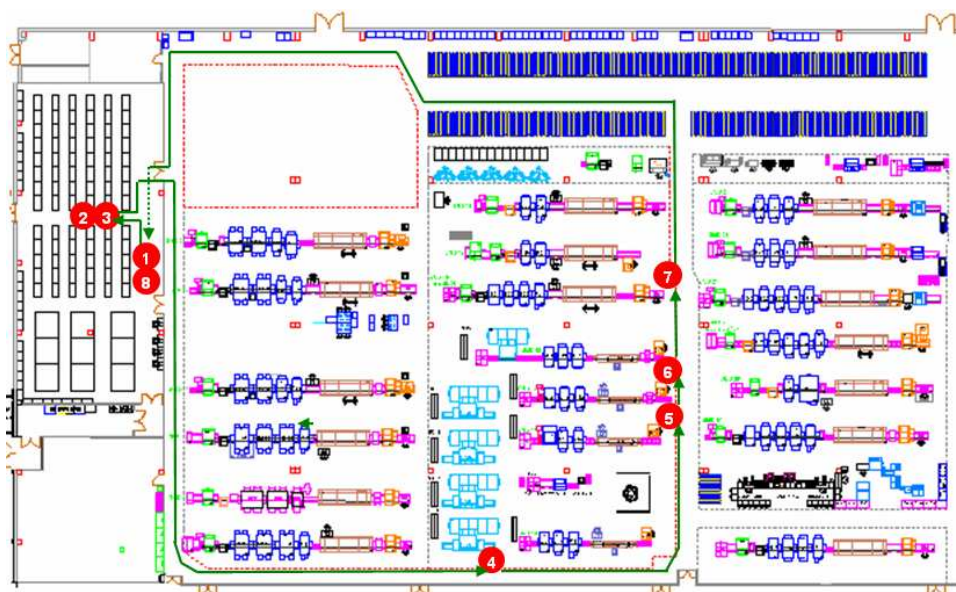


Figura 3.9 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 AS-IS

Este operador logístico executa, de forma resumida, as seguintes actividades:

- 1- Início de Ciclo
- 2- *Picking* de materiais
- 3- Confirmação do material
- 4- Abastecimento às linhas IR9, IR11, IR12, IR17
- 5- Abastecimento às linhas SMD11 e SMD12
- 6- Abastecimento às linhas SMD13, SMD16
- 7- Abastecimento às linhas SMD17, SMD18
- 8- Fim de ciclo

O sistema de transporte utilizado por este operador logístico é idêntico ao usado pelo Milk Run1.

Milk Run 3

Características:

- Nº Total de linhas: 11 (SMD1, IR16, SMD5, SMD20, SMD21, SMD22, SMD23, SMD24)
- Nº Total de pontos de entrega: 6
- Distância percorrida no abastecimento: 196 metros

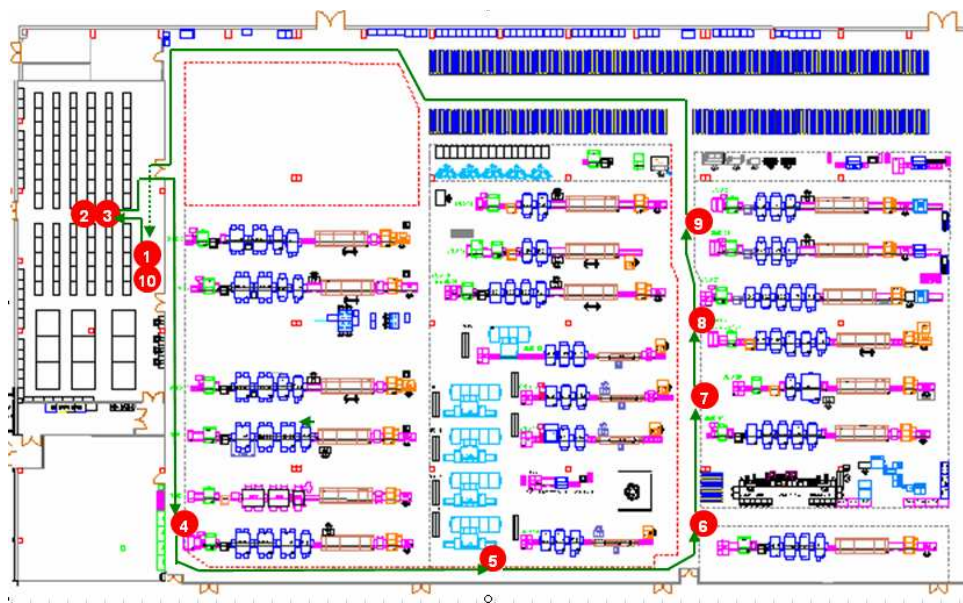


Figura 3.10 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 AS-IS

Este operador logístico executa, de forma resumida, as seguintes actividades:

- 1- Início de Ciclo
- 2- *Picking* de materiais
- 3- Confirmação do material
- 4- Abastecimento à linha SMD1
- 5- Abastecimento à linha IR16
- 6- Abastecimento à linha SMD22

- 7- Abastecimento às linhas SMD19, SMD20
- 8- Abastecimento às linhas SMD5, SMD21
- 9- Abastecimento às linhas SMD23, SMD24
- 10- Fim de ciclo

Neste sistema, o abastecimento das linhas é realizado recorrendo ao uso de um comboio logístico onde será atrelada uma carruagem para o transporte de material (figura 3.11). Esta carruagem está dividida em compartimentos devidamente identificados, de forma a que o material seja separado por linha no decorrer do *picking*. É importante referir que o comboio logístico apenas circula na zona de produção, dentro do armazém o operador deverá somente usar a carruagem.



Figura 3.11 - Carruagem e comboio logístico

O bom funcionamento deste sistema de abastecimento depende em grande parte do equipamento disponível. As possíveis falhas dos leitores RFID e do comboio logístico, provocam atrasos e problemas no abastecimento às linhas.

3.3 Descrição do Processo de Abastecimento

3.3.1 DESCRIÇÃO DAS INSTRUÇÕES DE TRABALHO

O operador logístico deve iniciar o ciclo na zona destinada ao acondicionamento dos carrinhos (5S). Para ter acesso à lista de materiais, este deve indicar no aparelho de leitura óptica RFID, figura 3.12, o número do respectivo Milk Run.



Figura 3.12 – Aparelho de leitura óptica RFID

Será posteriormente indicado pelo leitor os componentes necessários para satisfazer as linhas correspondentes ao Milk Run, assim como a sua localização. Se num determinado ciclo não houver pedidos, o supervisor do armazém poderá conceder ao operador a realização de outra tarefa, durante o ciclo de 20 m.

Ao realizar o *picking* dos componentes, o operador deve usar o leitor óptico para ler o código de barras de identificação da localização da peça, sua referência e quantidade. Se por algum motivo o leitor óptico não conseguir ler os códigos de barras, os dados deverão ser inseridos manualmente pelo operador. Depois de lidas as informações necessárias sobre o respectivo componente, este ficará registado no software *ERP*, como pedido confirmado.



Figura 3.13 – Registo de informação utilizando um leitor óptico

Depois de executada a tarefa de leitura, o operador deve colocar o componente no carrinho, na caixa ou divisória correspondente à linha que realizou o respectivo pedido.

Se ao realizar o *picking* o operador encontrar material danificado, ou ocorrer algum acidente, como por exemplo, a queda de material ao solo, deverá reportar imediatamente ao seu superior para que o material seja analisado pelo departamento de qualidade.

No fim da actividade do *picking*, o operador deve realizar uma contagem dos componentes que estão colocados no carrinho, de forma a verificar se as quantidades pedidas correspondem às quantidades transportadas. De seguida, regista numa folha de acompanhamento (em anexo III) as quantidades dos componentes requeridos para cada linha.

Posteriormente, o operador desloca-se para fora do armazém dirigindo-se às linhas de inserção automática onde irá colocar os componentes requeridos a cada linha de montagem no respectivo ponto de entrega.

Depois de todos os componentes serem distribuídos pelas linhas de montagem, o operador regressa ao armazém.

Quando chegar ao armazém deve posicionar o carrinho na respectiva zona de acondicionamento e registar a hora de chegada na folha de acompanhamento.

3.3.2 MODELO DE FLUXO

Para que seja possível uma visualização clara e sequencial destas actividades, anteriormente descritas, ir-se-á representar um modelo de fluxo da situação “As-Is” do processo de abastecimento de componentes (figura 3.14). Neste modelo, cada pista corresponde a um actor e são representadas as respectivas actividades a desempenhar por cada um. Com este modelo, pretende-se dar ênfase ao fluxo do conjunto de actividades do processo de abastecimento.

Objectivo: Abastecer de forma eficiente as linhas de inserção automática em ciclos de 20 minutos

Domínio: Aplica-se ao sistema de abastecimento Milk Run às linhas de inserção automática

Início do processo: Início do ciclo no horário predefinido

Fim do Processo: Fim dos 20 minutos ou fim do abastecimento

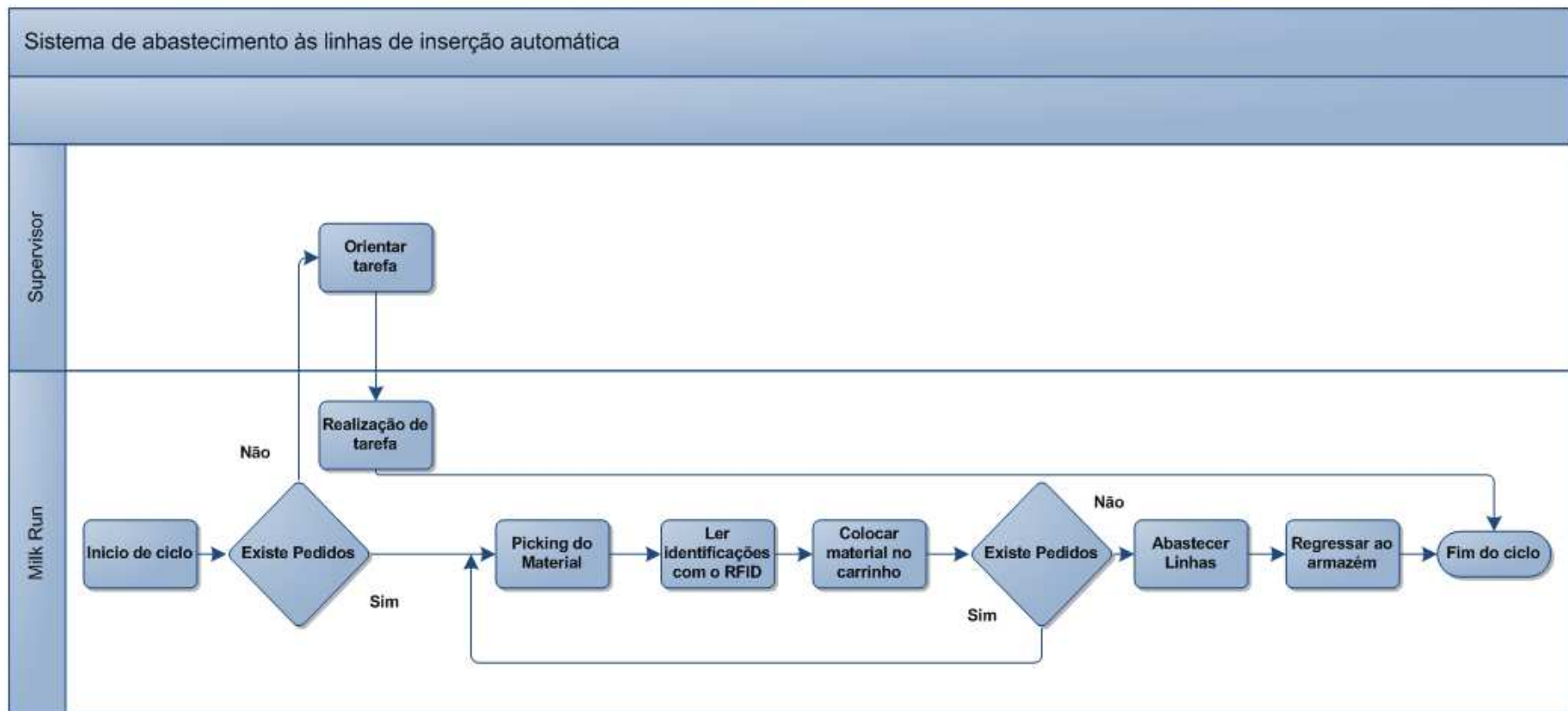


Figura 3.14 – Modelo de Fluxo do processo de abastecimento

3.4 Levantamento de Indicadores “As-Is”

3.4.1 CARGA DE TRABALHO

Após a fase de identificação das características do sistema procedeu-se à medição de tempos de cada actividade do processo de abastecimento. Esta medição teve como objectivo conhecer os tempos dispendidos em cada fase das operações de cada Milk Run. Dada a importância de um correcto abastecimento de 20 em 20 minutos, sem atrasos, esta análise revelou-se ser extremamente importante para uma correcta identificação das actividades críticas do processo.

Foram assim medidos os tempos gastos na realização do *picking* no armazém, na deslocação na zona de produção e na tarefa de depositar os materiais nos pontos de entrega nas respectivas linhas. Obtendo as seguintes medições, e os respectivos valores médios, torna-se possível conhecer a carga de trabalho a que cada Milk Run está sujeito e por consequência o tempo que está inactivo. Este último, é considerado um *muda*, desperdício, que neste caso ocorre quando o operador logístico fica em compasso de espera pelo início do próximo ciclo.

Analizados 5 ciclos de cada Milk Run, obtiveram-se as seguintes cargas de trabalho em cada actividade do processo. As figuras seguintes apresentam, para cada Milk Run, a distribuição da carga de trabalho pelas diferentes actividades envolvidas.

Carga de trabalho do Milk Run1

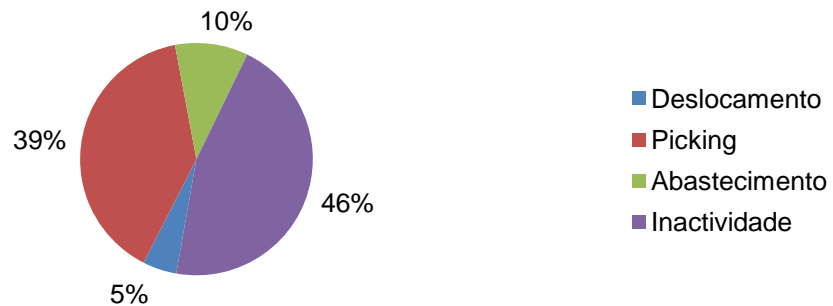


Figura 3.15 - Carga de trabalho do Milk Run1

Carga de trabalho do Milk Run2

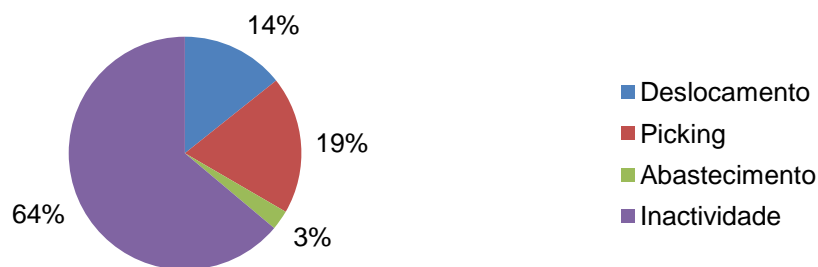


Figura 3.16 - Carga de trabalho do Milk Run2

Carga de trabalho do Milk Run3

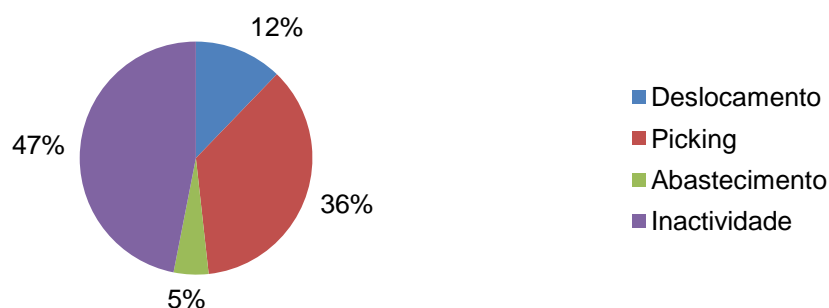


Figura 3.17 - Carga de trabalho do Milk Run3

Efectuando uma análise geral aos dados apresentados, o *picking* de materiais apresenta-se como a actividade mais crítica em todo este processo.

Deste modo torna-se necessário elaborar um estudo muito mais aprofundado acerca desta actividade, para que seja possível a identificação de possíveis soluções de melhoria e como consequente uma possível diminuição no tempo de *picking*.

Com base nestes dados, pode-se também concluir que todos Milk Run possuem uma taxa de inactividade muito alta, logo, existe a ocorrência de desperdício do tempo de espera pelo inicio do próximo ciclo, o que leva à necessidade de diminuir ou eliminar esse desperdício.

Relativamente aos dados de cada Milk Run, é possível avaliar que o Milk Run1 tem uma maior carga de trabalho na actividade do *picking* comparativamente aos restantes Milk Runs. Isto deve-se ao facto de este abastecer as linhas de maior taxa produtiva, logo, estas têm uma maior cadência de pedidos, consequentemente, este Milk Run está sujeito a um maior esforço no *picking* de materiais.

No que se refere, ao Milk Run2, é possível verificar que este apresenta uma carga de trabalho muito inferior aos restantes Milk Run. De notar também que este apresenta uma maior carga de trabalho no deslocamento na zona de produção, comparativamente com o Milk Run3. Apesar de estes realizarem o mesmo percurso (196m), o Milk Run3 desloca-se recorrendo ao uso de um comboio logístico. Deste modo, o transporte realizado pelo Milk Run2 poderá ser também considerado um desperdício, podendo ser diminuído através da adopção de um comboio logístico.

Em conclusão, a análise aos dados apresentados levam a uma necessidade de identificar e solucionar melhorias para actividade de *picking*, visto esta ser a actividade mais crítica em todo processo. Melhorando esta actividade, cada operador logístico poderá assim abastecer mais pedidos às linhas, e por consequente, o sistema de abastecimento poderá ser realizado de forma eficiente e eficaz por apenas 2 Milk Run, optimizando assim o processo.

3.4.2 CARGA DE TRABALHO – SIMULAÇÃO

Elaborou-se um programa recorrendo à ferramenta *Visual Basic for Applications* do *MsExcel*, que tivesse a funcionalidade de simular semanalmente as cargas de trabalho de cada Milk Run. Com isto, pretende-se analisar as cargas de trabalho com uma maior regularidade, facilidade e rapidez.

A partir do ERP, através de uma operação de exportação, obteve-se um ficheiro em formato *Excel*, com a lista de todos os materiais que foram confirmados pelos Milk Run, isto é, todos os materiais que o Milk Run levantou *picking* e o respectivo abastecimento. Esta lista contém informações tais como: localização do material, hora do pedido, linha de destino, hora de confirmação, entre outras.

Com base nestas informações torna-se assim possível, através de um tratamento de dados, conhecer a quantidade de pedidos que cada Milk Run obteve em cada ciclo de 20 minutos.

Para realizar uma correcta simulação, foi necessário encontrar uma relação matemática que pudesse calcular a carga de trabalho esperado. Para os resultados irem, aproximadamente, ao encontro dos valores reais, foram considerados na fórmula tempos médios de execução de tarefas e velocidades médias de deslocamento. Deste modo, foi feito um levantamento de tempos em relação ao:

- Tempo Médio que o operador logístico demora a realizar *picking* de uma placa ou de uma caixa de radial
- Tempo Médio que o operador logístico demora a realizar *picking* de uma bobine ou de uma etiqueta.
- Tempo Médio de confirmação de 1 componente.
- Tempo Médio de entrega de placas e caixas de radial na mesa de abastecimento
- Tempo Médio de entrega de bobines e etiquetas na mesa de abastecimento

Também foi realizado um levantamento de velocidades em relação ao:

- Deslocamento dentro do armazém
- Deslocamento na zona de produção com carrinho de mão
- Deslocamento na zona de produção com comboio logístico

Na tabela seguinte é possível visualizar estes tempos e velocidades médias medidas.

Tabela 3.4 : Tempos e velocidades médias

	Picking Placas (PickP)	Picking de outros materiais (PickO)	Confirmação de material (Conf)	Deslocamento no armazém (DeslArm)	Deslocamento na zona de produção com carrinho de mão (DeslMao)	Deslocamento na zona de produção com comboio logístico (DeslComb)	Tempo de entrega com placas (EntrCom)	Tempo de entrega sem placas (EntrSem)
Média	44s	10s	2s	0.6 m/s	1.10 m/s	1.86 m/s	3.27s	1.84s

Foi também elaborada uma tabela de distâncias médias entre os diferentes módulos existentes no armazém SMD, deste modo é possível conhecer as distâncias que os Milk Run realizam durante o *picking*. De notar que foram consideradas as mesmas distâncias para módulos de filas adjacentes por exemplo: a distância entre o módulo AC – DE/CE é idêntica a distância BC – DE/CE.

O programa desenvolvido para tratamento de dados tem a capacidade de reconhecer as localizações dos materiais, bem como a ordem pelos quais foram retirados pelo operador no ciclo de 20 minutos. Desta forma, sabendo as localizações e a respectiva ordem de retirada do material, o programa calcula a distância total percorrida pelo operador, realizando uma pesquisa na tabela das distâncias com o intuito de obter as distâncias percorridas entre módulos. Com a obtenção da distância e conhecida a velocidade de deslocamento de um operador no armazém, sabe-se assim aproximadamente o tempo dispendido nos deslocamentos durante o *picking* ($T_{despick}$).

Conhecendo as localizações dos materiais, torna-se possível conhecer o tipo de material, e consequentemente, o tempo total dispendido na execução do *pick* dos materiais. Sendo assim, a carga de trabalho dispendida no *picking* (T_{pick}) é desta forma calculada:

p - Quantidade de posições de placas e caixas de radial

b - Quantidade de posições de bobines e etiquetas

$$T_{pick} = T_{despick} + p \times PickP + b \times PickO + conf \times (p + b) \quad \{3.1\}$$

A carga de trabalho dispendida na entrega de material nas mesas abastecimento ($Tabas$) é calculada da seguinte forma:

$$Tabas = p \times EntrCom + b \times EntrSem \quad \{3.2\}$$

Com base nestes cálculos, o programa simula as cargas de trabalho das respectivas tarefas de cada Milk Run, baseando-se nos dados registados pelo ERP.

Deste modo, recorrendo ao programa desenvolvido foram simuladas as seguintes cargas trabalho para cada Milk Run:

Carga de trabalho simulada do Milk Run1

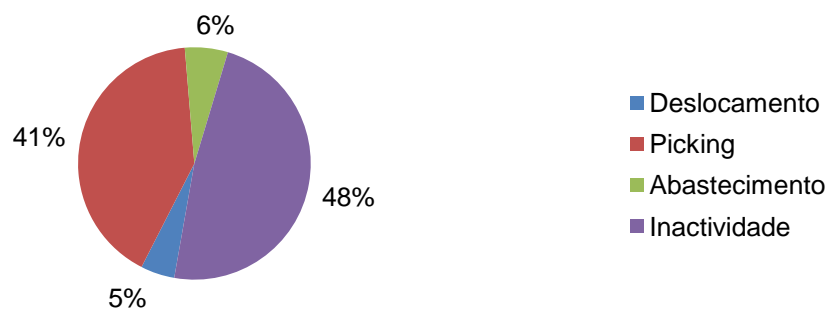


Figura 3.18 - Carga de trabalho simulada do Milk Run1

Carga de trabalho simulada do Milk Run2

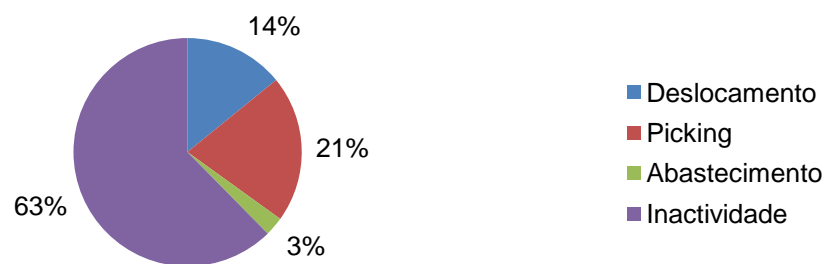


Figura 3.19 – Carga de trabalho simulada do Milk Run2

Carga de trabalho simulada do Milk Run3

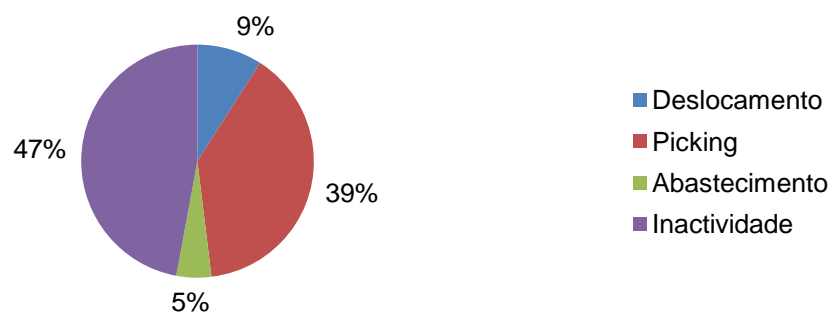


Figura 3.20 – Carga de trabalho simulada do Milk Run3

É possível comparar estes resultados, com os apresentados recorrendo a cronometragem, concluindo que os valores não diferem muito e que as características atrás mencionadas são novamente demonstradas e comprovadas.

É possível concluir que este programa de simulação poderá ser muito útil, para uma constante observação das cargas de trabalho dos Milk Run durante a realização do trabalho, permitindo assim, um melhor acompanhamento e análise ao sistema, tendo em vista a sua optimização futura.

3.4.3 EVOLUÇÃO DOS PEDIDOS DAS LINHAS

Durante uma primeira análise ao sistema de abastecimento, verificou-se a existência de pedidos pouco disciplinados da parte dos operadores das linhas. Esta situação leva a que ocorra grandes variâncias nos pedidos dos ciclos de 20 minutos, podendo haver ciclos com muitos pedidos e outros em que não são realizados nenhuns pedidos. Outra observação registada, é o facto de existir um pico de pedidos das linhas nos inícios de turno (08:00, 16:00, 00:00), e por consequência uma quebra de pedidos durante os ciclos seguintes.

Através destas observações, tornava-se importante elaborar um estudo mais pormenorizado que analisasse a evolução dos pedidos das linhas que estão destinados a cada Milk Run nos 72 ciclos de 20 minutos dos 3 turnos que ocorrem num dia.

Elaborou-se, com a informação obtida através do *ERP*, um levantamento dos registos dos pedidos das linhas ao longo de 9 semanas. Devido ao elevado número de dados, foi desenvolvido um programa, recorrendo à ferramenta *Visual Basic for Applications* (VBA) do *MsExcel*, que permitisse realizar um tratamento de dados, de forma eficaz, da evolução dos pedidos das linhas referentes a cada Milk Run num dia. Este tratamento de dados consistia em contabilizar o número de pedidos de cada ciclo de cada Milk Run durante as 9 semanas, e calcular a sua respectiva média.

Os dados obtidos com a utilização do programa foram os seguintes (Figura 3.21, Figura 3.22, Figura 3.23):

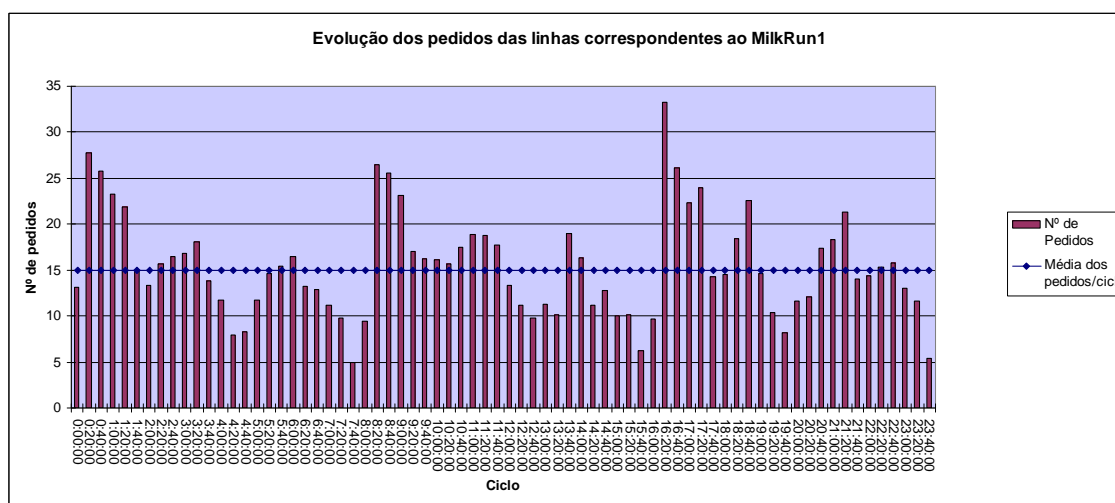


Figura 3.21 - Evolução dos pedidos das linhas correspondentes ao Milk Run1

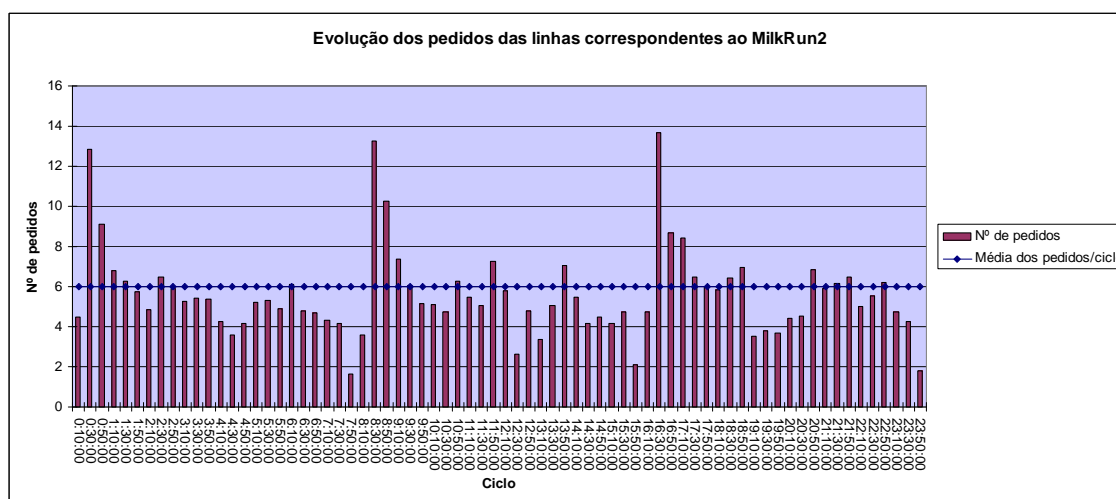


Figura 3.22 – Evolução dos pedidos das linhas correspondentes ao Milk Run2

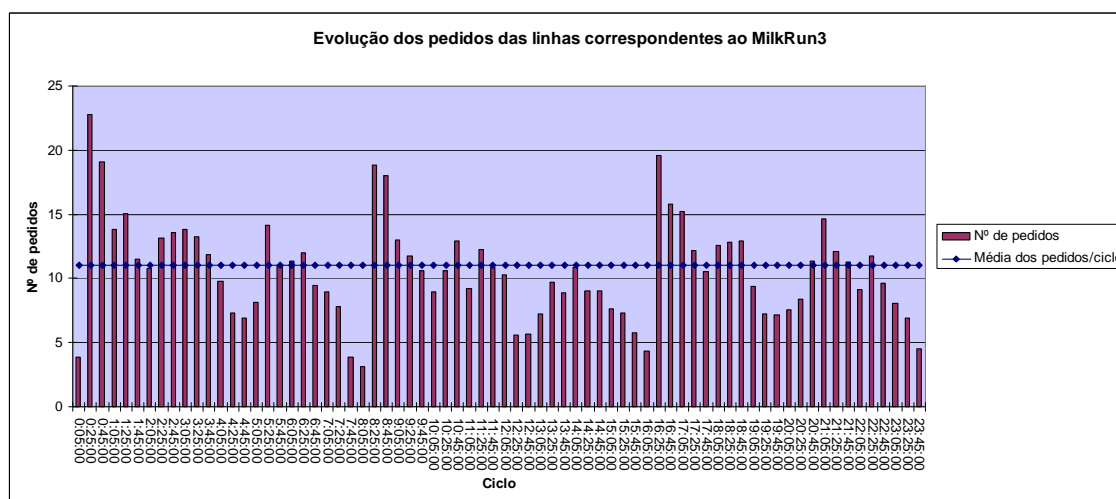


Figura 3.23 – Evolução dos pedidos das linhas correspondentes ao Milk Run3

Analisando os gráficos obtidos, é possível identificar o desnivelamento significativo existente nos pedidos das linhas. É possível também verificar de forma transparente, a existência de 3 picos, correspondentes aos elevados pedidos que os operadores realizam nos inícios de turno. Por outro lado, existe também um certo “desleixo” dos operadores das linhas nos finais de turno. Estes gráficos mostram também a tendência de haver uma maior indisciplina nos pedidos no turno da noite.

Estes picos registados, são responsáveis por um elevado *Work in Progress* nas mesas de abastecimento junto às linhas e por consequência existe uma enorme ocorrência de devoluções de material que não chega a ser consumido pelas linhas.

De modo a contornar esta situação, foi decidido internamente, e apoiado no estudo realizado, limitar os pedidos das linhas nos ciclos de 20 minutos. Sendo assim, as linhas de maior taxa produtiva (SMD1, SMD2, SMD6, SMD7, SMD10) poderiam somente realizar 6 pedidos, as linhas radiais 3 e as restantes 4 pedidos, durante o ciclo de 20 minutos.

De forma a analisar o efeito da limitação nos pedidos, recorreu-se novamente ao programa desenvolvido. Os resultados obtidos sobre a evolução dos pedidos das linhas, com limitação de pedidos podem ser visíveis nas figuras 3.24,3.25,3.26:

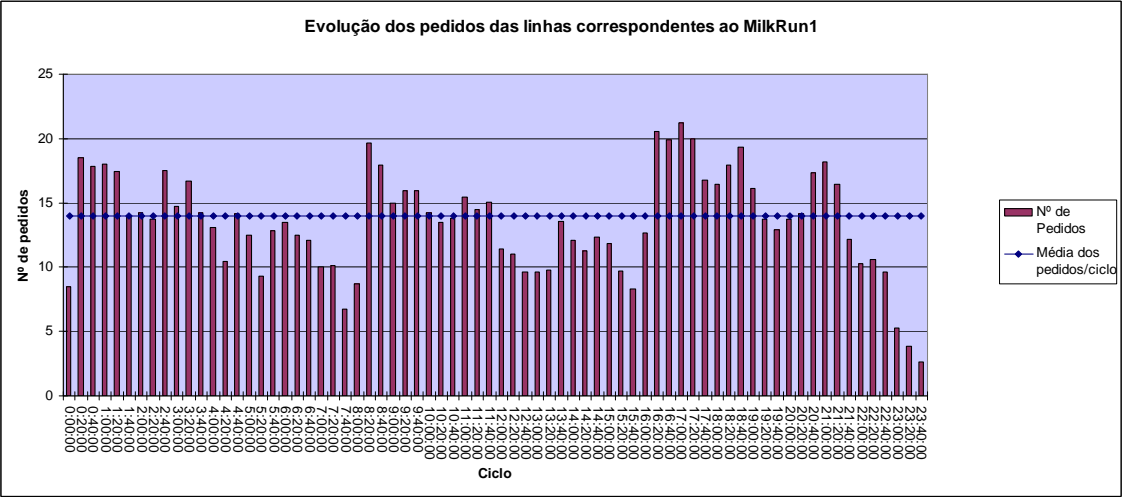


Figura 3.24 – Evolução dos pedidos das linhas, com limitação, correspondentes ao Milk Run1

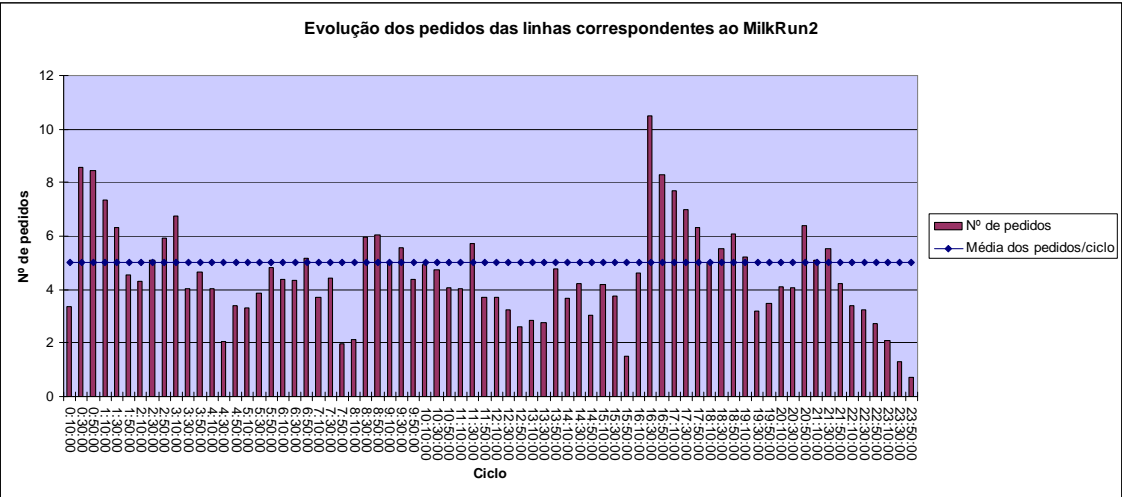


Figura 3.25 - Evolução dos pedidos das linhas, com limitação, correspondentes ao Milk Run2

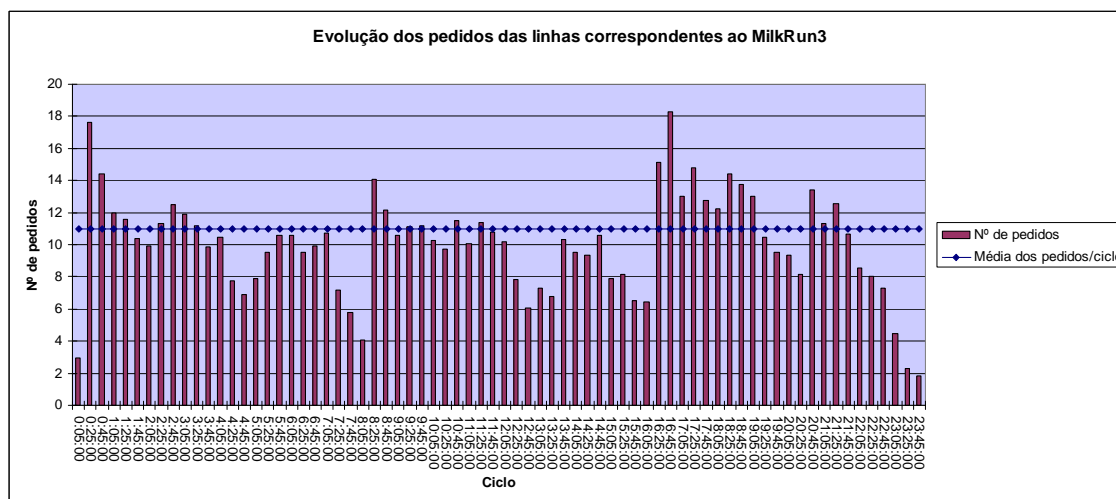


Figura 3.26 - Evolução dos pedidos das linhas, com limitação, correspondentes ao Milk Run3

Comparado com os gráficos anteriores, é possível verificar um maior nivelamento nos pedidos e uma certa atenuação nos picos de pedidos nas mudanças de turno. Contudo estas situações ainda ocorrem, devendo o problema ser resolvido pela raiz, isto é, determinar e manter regras aos operadores das linhas, de modo à que os pedidos sejam realizados apenas quando o material desejado for realmente necessário.

3.4.4 FERRAMENTA DESENVOLVIDA PARA LEVANTAMENTO DE INDICADORES

SEMANAIS

A análise ao sistema de abastecimento e ao armazém, permitiu identificar que existe uma carência na obtenção e visualização de indicadores que permitisse uma melhor gestão tanto ao nível do armazém como ao nível do abastecimento.

Relativamente ao sistema de abastecimento Milk Run, a gestão era apenas realizada recorrendo às folhas de acompanhamento dos Milk Run (anexo III), em que apenas consta o nº de posições que cada Milk Run realizou para cada linha em cada ciclo, contendo também a respectiva hora de partida e fim de ciclo.

Assim, visto que estes dados não são credíveis para uma análise rigorosa optou-se por definir uma solução mais fiável para obtenção destes indicadores. Neste sentido, desenvolveu-se um software que tivesse a funcionalidade de obter estes indicadores, semanalmente, utilizando uma interface intuitiva e de fácil utilização que permitisse ao supervisor do armazém realizar uma análise e gestão eficaz.

Os objectivos e especificações que foram tidos em conta para desenvolvimento deste programa foram:

- Quantificar diariamente num espaço temporal de uma semana e por turno
 - Nº de entradas de material no armazém
 - Nº de componentes retirados pelo Milk Run1, 2, 3

- N° de saídas de material para montagem de fases
- N° de devoluções
- N° de saídas de material para reparações
- N° de ocorrências de pedidos de material que por erro informático, a informação não chega ao armazém SMD
- N° de saídas de um determinado material, respectivas ao pedido directo dos operadores no armazém motivado por uma necessidade de abastecimento antecipado
- Listar as referências de material e o respectivo n° de ocorrência que por erro informático, a informação não chega ao armazém SMD
- Apresentar as evoluções dos pedidos das linhas correspondentes a cada Milk Run
- Listar o consumo de cada material utilizado pelos 3 Milk Run
- Obter uma visão geral das zonas do armazém que contém materiais de elevado consumo

Esta aplicação foi desenvolvida através da ferramenta *Visual Basic for Applications* (VBA) do *MsExcel*. Recorrendo novamente a uma transacção do *ERP*, é possível exportar um ficheiro em formato Excel que contém a lista de todos os materiais que deram entrada ou saída no armazém. Assim, o programa desenvolvido tem como funcionalidade realizar um tratamento de dados desta lista de forma obter os objectivos pretendidos, utilizando uma interface intuitiva. (Figura 3.27).

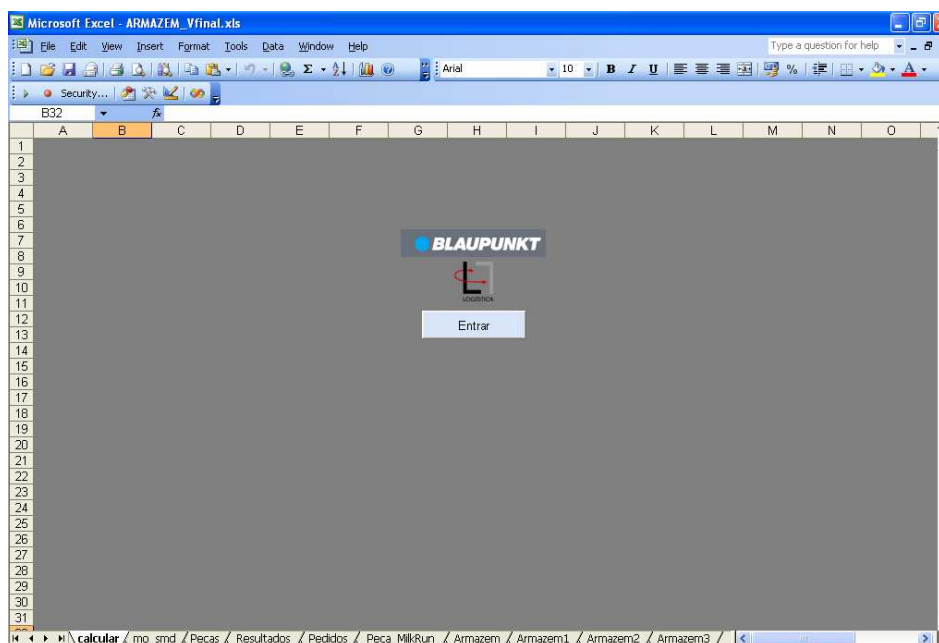


Figura 3.27 – Interface Gráfica

Depois de aceder ao programa, o utilizador deverá escolher a opção “Limpar” (figura 3.28) para proceder a limpeza dos dados anteriormente guardados.

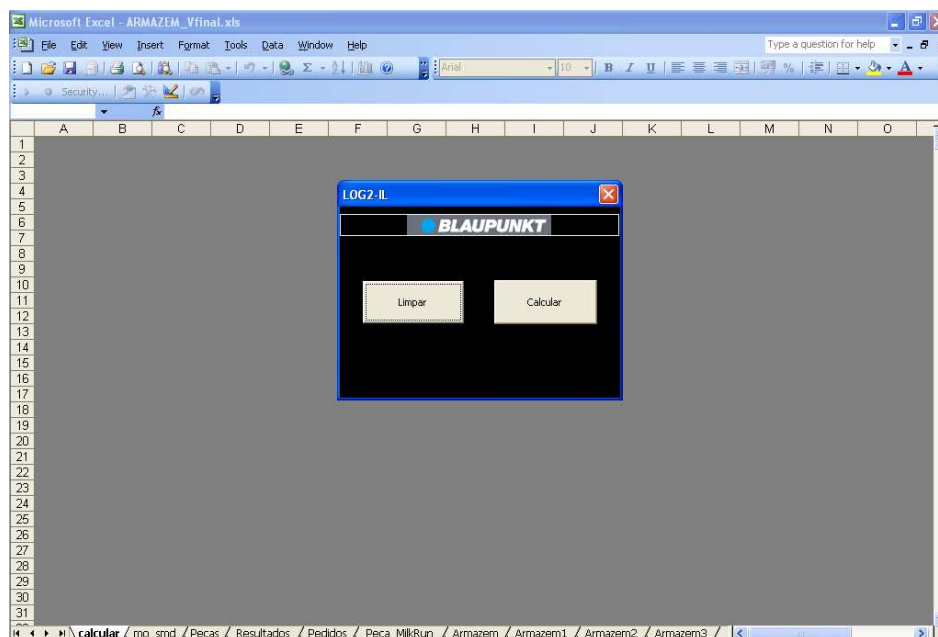


Figura 3.28 – Menu Preparação de dados

De seguida deverá seleccionar a opção “Calcular”, onde irá ser apresentado uma sessão que funciona como um menu (figura 3.29) que permite aceder de forma rápida e clara a opção pretendida para obtenção de dados.

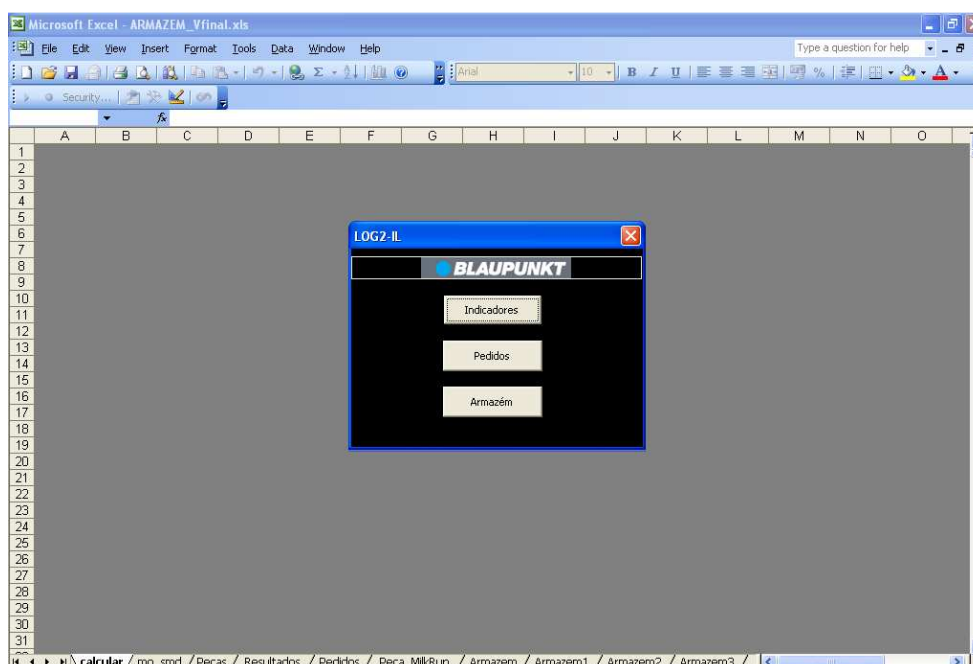


Figura 3.29 – Menu Principal

Na opção “Indicadores”, a aplicação irá apresentar os dados referentes às movimentações do armazém, entradas e saídas de material que foram realizadas durante a semana. Estes dados irão ser apresentados de uma forma pormenorizada, por dia e por turno, de modo a que seja permitido ao supervisor a realização de uma análise e avaliação mais rigorosas. Na tabela que se segue será apresentado um excerto desses dados relativos a um turno (16h até 00h), durante uma semana.

Tabela 3.5 : Saídas e entradas de material no armazém

	Turno3 (16h até 00h)								
	Entradas no Armazém	MilkRun1	MilkRun2	MilkRun3	Montagem de Fases	Devoluções	Reparações	Outras Saidas	Saida Armazem
segunda-feira, 7 de Abril de 2008	150	414	163	384	7	146	60	94	41
terça-feira, 8 de Abril de 2008	138	503	155	361	5	56	58	75	30
quarta-feira, 9 de Abril de 2008	119	498	195	384	9	201	61	146	39
quinta-feira, 10 de Abril de 2008	116	280	139	368	10	463	23	37	11
sexta-feira, 11 de Abril de 2008	159	414	159	452	58	312	40	45	17
sábado, 12 de Abril de 2008	222	357	169	390	253	533	6	60	22
domingo, 13 de Abril de 2008	69	164	106	319	193	78	0	46	26

Nesta opção, será também apresentado uma listagem de referências de material que por erro informático, determinados pedidos não irão ser requeridos ao armazém SMD. Esta situação faz com que os pedidos não sejam lidos pelo Milk Run através do RFID, havendo por isso situações em que a linha, apesar de necessitar, não é abastecida. Deste modo, foi proposto que este programa tivesse a funcionalidade de conhecer os materiais que surgem nesta situação e o respectivo número de ocorrências. Conhecendo estes materiais é possível analisar e tomar medidas que levam a correcção deste problema.

Na opção “Pedidos” da sessão do menu principal, irá ser apresentada a evolução dos pedidos das linhas correspondentes a cada Milk Run durante a semana pretendida. Os dados irão ser apresentados em tabelas (figura 3.30) e também em gráficos semelhantes já apresentados na secção 3.4.3. Deste modo, torna-se possível realizar uma análise contínua à situação referenciada na secção 3.4.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1				MilkRun1	Média				MilkRun2	Média				MilkRun3	Média	
2	1	0:00:00	57		10		1	0:10:00	41	7		1	0:05:00	52	9	
3	2	0:20:00	104		17		2	0:30:00	83	14		2	0:25:00	132	22	
4	3	0:40:00	121		20		3	0:50:00	78	13		3	0:45:00	105	18	
5	4	1:00:00	144		24		4	1:10:00	51	9		4	1:05:00	123	21	
6	5	1:20:00	143		24		5	1:30:00	75	13		5	1:25:00	114	19	
7	6	1:40:00	135		23		6	1:50:00	39	6		6	1:45:00	105	18	
8	7	2:00:00	131		22		7	2:10:00	58	10		7	2:05:00	83	14	
9	8	2:20:00	147		25		8	2:30:00	42	7		8	2:25:00	105	18	
10	9	2:40:00	150		25		9	2:50:00	58	10		9	2:45:00	133	22	
11	10	3:00:00	145		24		10	3:10:00	50	8		10	3:05:00	118	20	
12	11	3:20:00	133		22		11	3:30:00	42	7		11	3:25:00	125	21	
13	12	3:40:00	132		22		12	3:50:00	42	7		12	3:45:00	85	14	
14	13	4:00:00	117		20		13	4:10:00	27	5		13	4:05:00	94	16	
15	14	4:20:00	97		16		14	4:30:00	19	3		14	4:25:00	75	13	
16	15	4:40:00	101		17		15	4:50:00	26	4		15	4:45:00	63	11	
17	16	5:00:00	104		17		16	5:10:00	39	7		16	5:05:00	89	15	
18	17	5:20:00	113		19		17	5:30:00	30	5		17	5:25:00	98	16	
19	18	5:40:00	75		13		18	5:50:00	56	9		18	5:45:00	102	17	
20	19	6:00:00	109		18		19	6:10:00	52	9		19	6:05:00	94	16	
21	20	6:20:00	86		14		20	6:30:00	42	7		20	6:25:00	98	16	
22	21	6:40:00	84		14		21	6:50:00	41	7		21	6:45:00	83	14	
23	22	7:00:00	101		17		22	7:10:00	25	4		22	7:05:00	90	15	
24	23	7:20:00	69		12		23	7:30:00	33	6		23	7:25:00	79	13	
25	24	7:40:00	48		8		24	7:50:00	14	2		24	7:45:00	41	7	
26	25	8:00:00	44		6		25	8:10:00	33	5		25	8:05:00	28	4	
27	26	8:20:00	135		19		26	8:30:00	47	7		26	8:25:00	144	21	
28	27	8:40:00	123		18		27	8:50:00	49	7		27	8:45:00	87	12	
29	28	9:00:00	136		19		28	9:10:00	41	6		28	9:05:00	78	11	
30	29	9:20:00	142		20		29	9:30:00	37	5		29	9:25:00	87	12	
31	30	9:40:00	108		15		30	9:50:00	30	4		30	9:45:00	66	9	

Figura 3.30 – Evolução dos pedidos das linhas apresentado em tabelas

Para permitir ao supervisor do armazém a realização de uma análise regular acerca do consumo de cada material, foi desenvolvido uma aplicação que tivesse a funcionalidade de fornecer estas informações. Assim, através da opção “Armazém” é possível conhecer o número de pedidos que cada material obteve durante uma semana dando também uma visão global das zonas onde os materiais de maior consumo estão armazenados (figura 3.31). De forma a facilitar a análise, estas zonas estão identificadas por cores, sendo a vermelho às zonas de elevado consumo, à laranja corresponde a médio consumo e à verde de baixo consumo. Com isto e conhecendo a

localização de cada material, torna-se possível analisar a distribuição desses materiais de grande consumo pelo armazém.

Conhecendo estas zonas críticas, é possível estudar possíveis soluções que possam melhorar a actividade de picking.

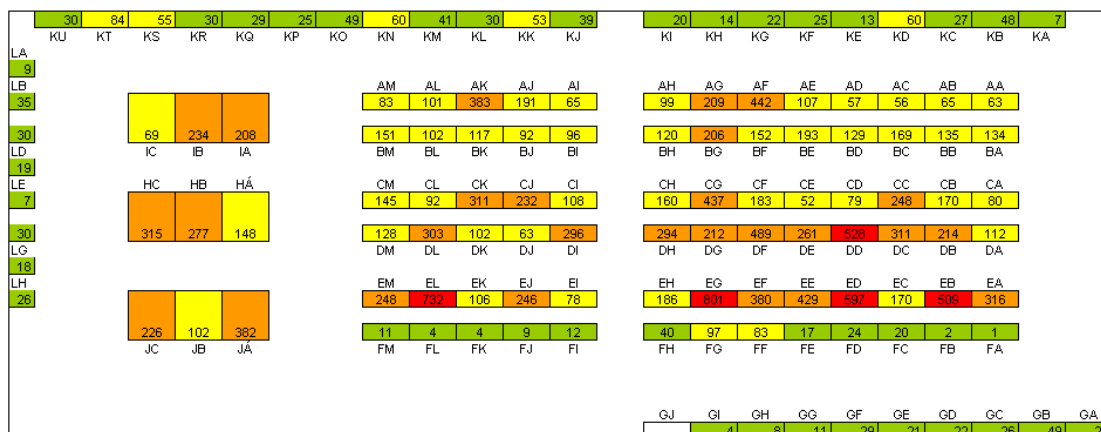


Figura 3.31 – Distribuição do consumo pelo armazém

É possível verificar através da figura 3.31 que os materiais de alto consumo (vermelho) estão dispersos pelo armazém, o que provoca a realização de deslocamentos por vezes desnecessários, dos Milk Run. Desta forma, o agrupamento de materiais de alto consumo numa zona específica, poderá ser uma solução que evite esses deslocamentos, concentrando assim, a maior parte da actividade de *picking* numa única zona.

3.4.5 ANÁLISE ABC

Uma vez que todos os materiais do armazém têm consumos diferentes, torna-se necessário elaborar uma análise de modo a identificar os materiais com maior taxa de consumo ou saída do armazém.

De modo analisar e a identificar o consumo de cada material, optou-se por recorrer ao método ABC, ou lei de Pareto. Este método permite diferenciar os diferentes tipos de material de acordo com as suas movimentações.

Pretende-se então definir um método de classificação de materiais de grande, médio, pouco consumo. Utilizando o método, optou-se por seguir o seguinte critério:

Materiais de Classe A: São aqueles 20% de materiais de alto consumo que representam cerca de 80% do consumo total do stock.

Materiais de Classe B: São aqueles materiais de consumo médio, que normalmente são os seguintes 30% dos materiais que representam cerca de 10% do consumo total do stock.

Materiais de Classe C: São aqueles materiais de baixo consumo, que apesar de compreenderem cerca de 50% do total de materiais em stock, provavelmente só representam cerca de 10% do consumo total do stock.

Deste modo, e recorrendo ao programa atrás referido obteve-se uma amostra semanal do consumo dos componentes que recorrendo ao método ABC, obteve-se a seguinte tabela resumo.

Tabela 3.6: Tabela ABC

	Consumo total	%	Materiais	%
A	31300	79%	382	23%
B	3944	10%	447	26%
C	4147	11%	867	51%
Totais	39391	100%	1696	100%

Analisando a tabela acima demonstrada, é possível referir que 382 componentes existentes no armazém são designados de classe A. A sua importância é notória uma vez que se verifica ser a classe de materiais mais consumida e consequentemente a que justifica um maior número de deslocações pelos Milk Run ao seu respectivo local de armazenamento.

3.4.6 PICKING

Devido à elevada importância que a actividade de *picking* representa para o bom funcionamento do processo de abastecimento, tornava-se assim importante elaborar um estudo mais centrado nesta actividade com o objectivo de a melhorar e por consequente melhorar também o processo de abastecimento às linhas.

Depois de iniciado o ciclo, com a respectiva indicação do Milk Run no Leitor Óptico RFID, este irá indicar a localização do material no armazém, no qual o operador deverá ter que se deslocar para realizar o *picking* e a sua respectiva confirmação. A informação da localização do próximo material necessário a realizar *picking* irá ser dado ao operador, através do RFID, a medida que este vai confirmando o material.

Esta ordem de localizações de material ou lista de *picking* fornecidas pelo RFID, são geridas através de um programa informático. Este organiza a lista das localizações dos materiais pedidos, de acordo com a ordem alfabética das filas e dos módulos. Deste modo, o Milk Run irá realizar o *picking* seguindo a seguinte ordem de fila: 1-A, 2- B, 3- C, 4-D, 5- E, 6-F, 7- H, 8- I, 9- J, 10- K, 11-L. A ordem completa poderá ser encontrada em anexo.

É importante referir que o operador só poderá realizar o *picking* de materiais alocados a fila B, depois de terminado o *picking* dos pedidos dos materiais que estão alocados na fila A. Esta situação, implica grandes deslocações, no armazém SMD, da parte dos operários logísticos durante a realização do *picking*, havendo por isso uma elevada perda de tempo e também enormes desperdícios em deslocações sem valor acrescentado para o processo.

Assim, e com auxílio de um odómetro⁹ mediu-se a distância máxima que um operador logístico poderia realizar no armazém durante a realização do *picking*. Desenhou-se também as possíveis rotas de deslocamento dentro do armazém que o Milk Run poderia realizar, diferenciando deslocamentos com ou sem valor acrescentado (figura 3.32).

⁹ Equipamento que mede a distância percorrida

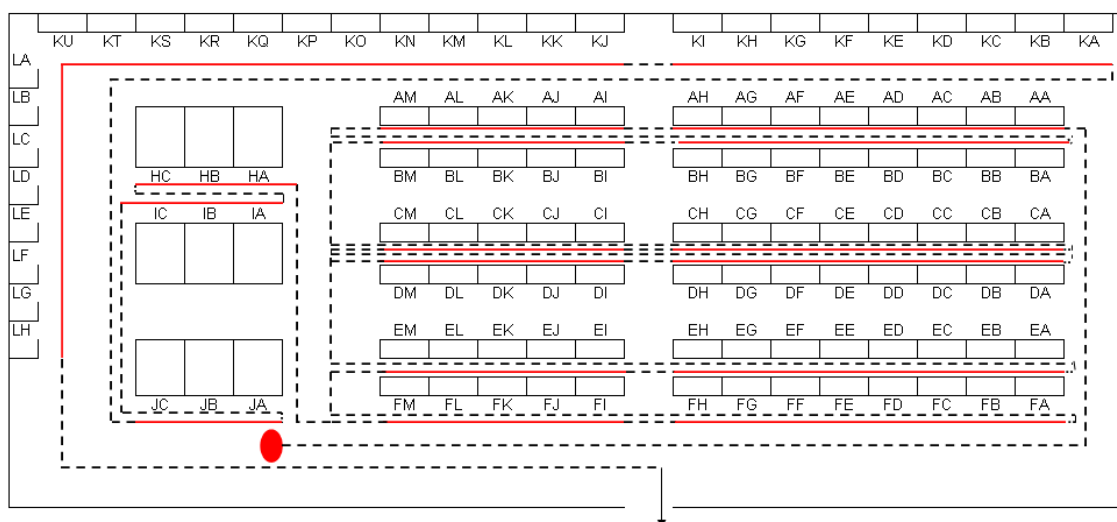


Figura 3.32 – Rota de picking AS-IS

Assim, através do método implantado de ordenação da lista de *picking*, o operador logístico podia percorrer durante a realização do *picking*, uma distância máxima de 343 metros.

Como é possível verificar pela imagem anterior (tracejado) existem várias deslocações que podem ser consideradas como desperdícios pois não acrescentam valor ao processo. Diminuindo estas deslocações ou desperdícios, esta actividade poderia ser realizada com maior rapidez e por consequência uma maior eficiência, diminuindo também, a carga de trabalho dispendida nesta actividade.

3.5 Oportunidades de Melhoria

Fazendo uma análise geral aos dados obtidos durante o estudo realizado sobre a situação AS-IS, é possível concluir que a melhoria de algumas actividades e procedimentos proporcionava uma obtenção de resultados que fossem ao encontro dos objectivos propostos.

É então importante identificar, de uma forma geral, as oportunidades ou situações que são passíveis de melhorias e que terão impacto nos processos logísticos de abastecimento:

- Diminuir o WIP nas mesas de abastecimento
- Eliminar desperdício existente no deslocamento no armazém durante a realização do *picking*
- Eliminação do desperdício do tempo de espera dos Milk Runs
- Organizar os materiais do armazém SMD de acordo com as suas classes de consumo
- Reestruturar o layout do armazém SMD
- Incutir normas e disciplina aos operadores das linhas e Milk Runs na realização dos procedimentos

Estes problemas deverão ser eliminados de forma a que o sistema Milk Run seja optimizado e realizado de acordo com as boas regras de JIT.

Capítulo 4

4 Soluções Preconizadas

Depois de realizada a caracterização do sistema e analisados todos os indicadores obtidos torna-se importante o estudo de novas oportunidades de melhoria, visando a eliminação de desperdícios em todas actividades do processo de abastecimento.

Ao longo deste capítulo, ir-se-á apresentar todas as soluções de melhoria propostas, tanto ao nível da organização e controlo das actividades do armazém, como ao nível do sistema de abastecimento. Estas propostas foram realizadas tendo como base os objectivos predefinidos.

4.1 Soluções de Melhoria

A partir do levantamento de informações e de dados relativos ao processo, pode-se analisar os seus problemas e as suas causas. Desta forma, e com o intuito de obter soluções que fossem ao encontro das metas pré estabelecidas, elaborou-se um conjunto de soluções de melhoria, apresentadas resumidamente na tabela 4.1.

Tabela 4.1 : Problema/Solução Proposta

Problema	Solução Proposta
Elevado WIP nas mesas de abastecimento das linhas	Limitar os pedidos das linhas
Milk Run2 com pouca carga de trabalho	Eliminar o Milk Run2 e distribuir a carga de trabalho pelos restantes Milk Run
Material sem planificação no armazém SMD	Elaborar uma lista de material sem planificação e proceder a respectiva triagem
Elevada carga de trabalho na actividade de picking	Agrupar o material de maior consumo numa área
	Alterar o algoritmo do percurso de picking
Dificuldade em realizar o picking com o carrinho	Aumentar a largura dos corredores de picking
Dificuldade em colocar as placas nas caixas do carrinho	Realizar primeiro o picking das placas
Dificuldade em controlar as horas de saída e de chegada dos Milk Run	Colocação de um relógio e de um ANDON no armazém

Ao longo desta secção ir-se-á apresentar, mais detalhadamente, algumas destas soluções de melhoria bem como algumas modificações recomendadas ao processo. Deste modo, é possível concretizar os objectivos propostos de forma eficaz e eficiente.

4.2 Determinação dos pontos de entrega e da rota de abastecimento

Com base nos objectivos propostos e depois de analisados os dados relativos a cada Milk Run, foram estudadas duas alternativas para o sistema de abastecimento às linhas, tendo em conta a distribuição das linhas pelos Milk Run e as rotas de abastecimento. Estas rotas terão que ser adequadamente balanceadas quanto ao número de posições e número de linhas a abastecer e à distância total a ser percorrida, de modo a que não haja uma sobrecarga de trabalho nos Milk Run.

1º Solução

Esta Solução é muito semelhante ao sistema já implantado, isto é, o operador logístico realiza o *picking* e faz o respectivo abastecimento, contudo e tendo em conta os objectivos, esta solução baseia-se no estabelecimento de 2 rotas de abastecimento, por conseguinte, a utilização de apenas 2 Milk Run.

No sentido de melhorar a performance do operador logístico na tarefa de colocar os componentes nas mesas de abastecimento, propõe-se a mudança destas para um único lado. Desta forma, o operador consegue obter uma melhor visualização e sequência de trabalho, eliminando assim deslocamentos desnecessários que resultam de colocação de matérias de linhas cujas as mesas de abastecimento estão em lados opostos.

Milk Run1

O Milk Run1 ficará encarregue de abastecer não só as linhas já anteriormente definidas mas também a linha SMD1, cuja também é considerada uma linha de elevada taxa produtiva. Com isto, o MilkRun1 ficará responsável pelo abastecimento das linhas com estas características, obtendo por isso uma maior carga de trabalho na actividade de *picking*. Contudo o deslocamento na zona de produção é praticamente inalterável, visto que este faz o mesmo número de paragens, devido ao facto de a mesa de abastecimento ser a mesma para a linha SMD1 e SMD2. Com esta rota este Milk Run teria as seguintes características:

Características:

- Nº Total de linhas que abastece: 6 (SMD6, SMD7, SMD10, SMD3, SMD2, SMD1)
- Nº Total de pontos de entrega: 3
- Distância a percorrer no abastecimento e no caminho de retorno ao armazém: 63 metros

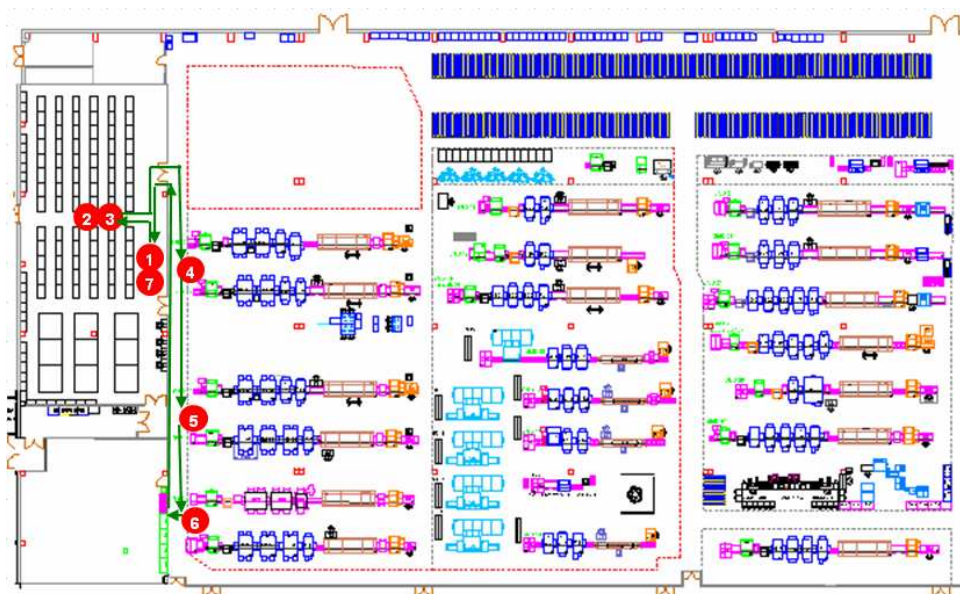


Figura 4.1 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run1 TO-BE

Nesta solução o operador logístico executaria, de forma resumida, as seguintes actividades:

- 1- Início de ciclo
- 2- *Picking* de materiais
- 3- Confirmação do material
- 4- Abastecimento às linhas SMD6 e SMD7
- 5- Abastecimento às linhas SMD10 e SMD3
- 6- Abastecimento às linhas SMD2 e SMD1
- 7- Fim de ciclo

Milk Run2

O novo Milk Run2 seria uma junção do antigo Milk Run2 e Milk Run3, em que ficaria responsável por abastecer as restantes linhas (IR9, IR11, IR12, IR16, IR17, SMD5, SMD11, SMD12, SMD13, SMD16, SMD17, SMD18, SMD19, SMD20, SMD21, SMD22, SMD23, SMD24). Este aumentará significativamente os pontos de entrega e por consequência a carga de trabalho, porém, o tempo de deslocamento na zona de produção seria semelhante ao antigo Milk Run3, devido ao facto de este poder ser realizado por um comboio logístico.

Características:

- Nº Total de linhas que abastece: 18 (IR9, IR11, IR12, IR16, IR17, SMD5, SMD11, SMD12, SMD13, SMD16, SMD17, SMD18, SMD19, SMD20, SMD21, SMD22, SMD23, SMD24).
- Nº Total de pontos de entrega: 8
- Distância percorrida no abastecimento: 196 metros

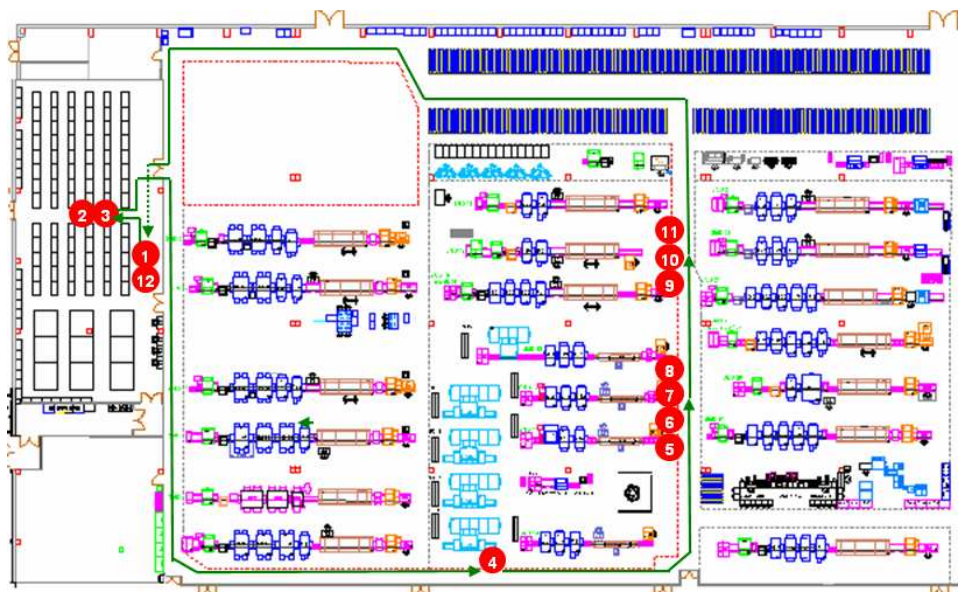


Figura 4.2 - Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 TO-BE

Nesta solução o operador logístico executaria, de forma resumida, as seguintes actividades:

- 1- Início de ciclo
- 2- *Picking* de materiais
- 3- Confirmação do material
- 4- Abastecimento às linhas IR9, IR11, IR12, IR17
- 5- Abastecimento à linha SMD22
- 6- Abastecimento às linhas SMD13 e SMD16
- 7- Abastecimento às linhas SMD19 e SMD20
- 8- Abastecimento às linhas SMD11 e SMD12
- 9- Abastecimento às linhas SMD17 e SMD18
- 10- Abastecimento às linhas SMD5 e SMD21
- 11- Abastecimento às linhas SMD23 e SMD24
- 12- Fim de ciclo

2º Solução

A segunda solução proposta passa por definir dois Milk Run com funções distintas, um a realizar *picking* e o outro a abastecer as linhas.

Nesta solução um dos Milk Run (1) realiza o *picking* dos pedidos das linhas, no armazém, e prepara o carrinho de modo a que o outro Milk Run (2), depois de colocar o carrinho vazio, recolha o carrinho cheio para de seguida proceder ao abastecimento na zona de produção.

É possível referir que o Milk Run1 deverá apresentar uma elevada carga de trabalho na actividade de *picking*, devido ao facto de este ter que realizar *picking* de todos os pedidos das linhas de produção. Por outro lado, o Milk Run2 deverá ter uma carga de trabalho mais folgada, possibilitando assim a alocação do operador logístico para a realização de outras tarefas.

De modo a permitir uma visualização clara e sequencial destas actividades ir-se-á representar um modelo de fluxo desta solução.

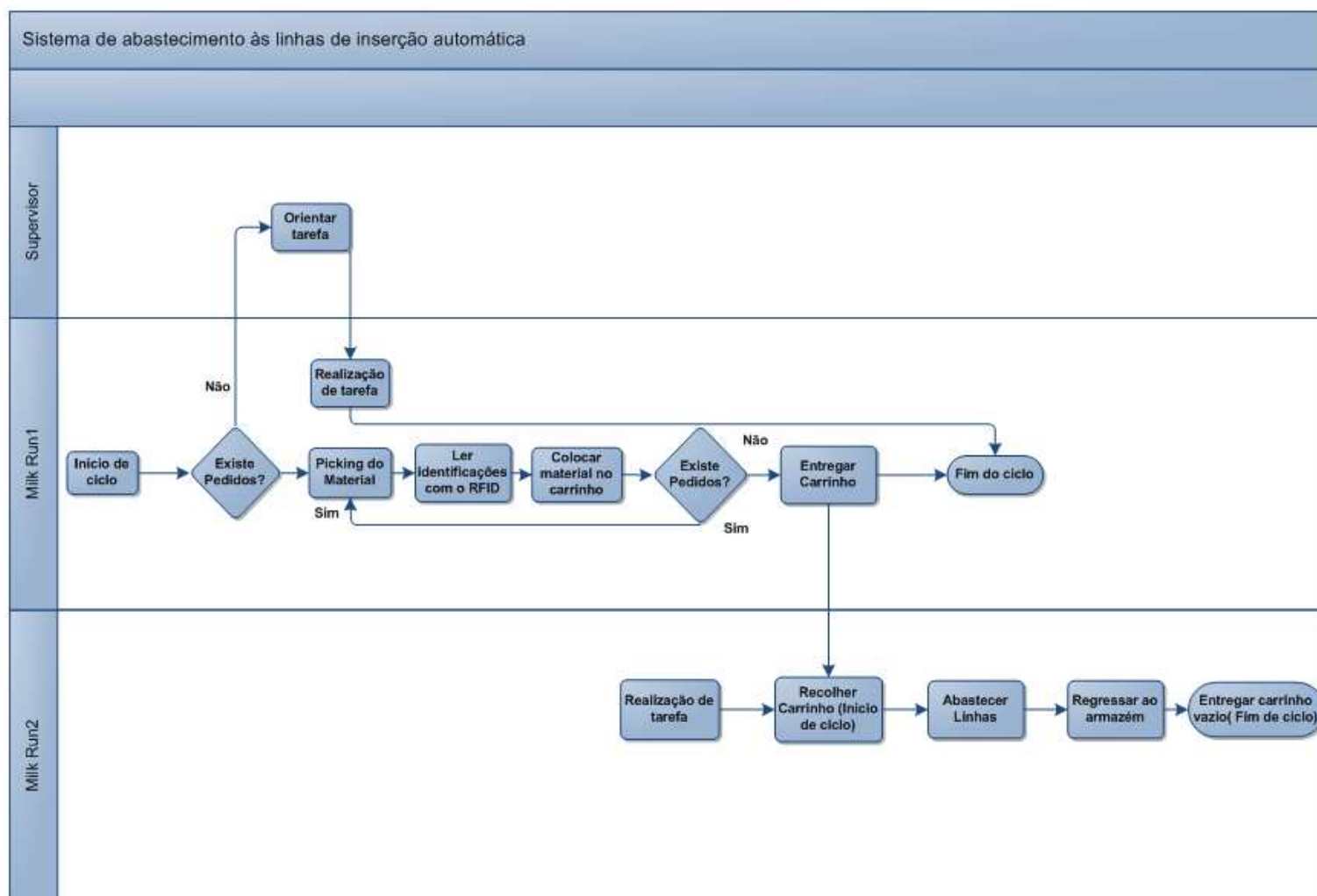


Figura 4.3 – Modelo de fluxo da 2ª Solução proposta TO-BE

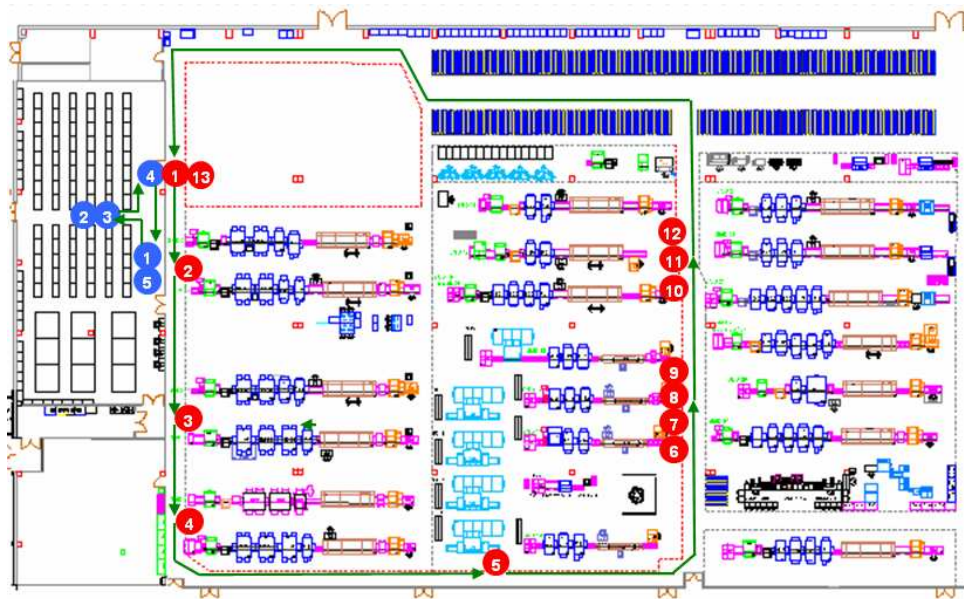


Figura 4.4 - Rota e Pontos de entrega da 2ª solução TO-BE

Nesta solução os operadores logísticos executariam, de forma resumida, as seguintes actividades:

Milk Run1

- 1- Início de ciclo
- 2- *Picking* de materiais
- 3- Confirmação do material
- 4- Colocar carrinho para recolha
- 5- Fim de ciclo

Milk Run2

- 1- Recolher carrinho cheio (início de ciclo)
- 2- Abastecimento às linhas SMD6 e SMD7
- 3- Abastecimento às linhas SMD10 e SMD3
- 4- Abastecimento às linhas SMD2 e SMD1
- 5- Abastecimento às linhas IR9, IR11, IR12, IR16, IR17
- 6- Abastecimento à linha SMD22
- 7- Abastecimento às linhas SMD13 e SMD16
- 8- Abastecimento às linhas SMD19 e SMD20
- 9- Abastecimento às linhas SMD11 e SMD12
- 10- Abastecimento às linhas SMD17 e SMD18
- 11- Abastecimento às linhas SMD5 e SMD21
- 12- Abastecimento às linhas SMD23 e SMD24
- 13- Colocar carrinho vazio (Fim de Ciclo)

Características:

- Nº Total de linhas: 24 (SMD1, SMD2, SMD3, SMD6, SMD7, SMD10, IR9, IR11, IR12, IR16, IR17, SMD5, SMD11, SMD12, SMD13, SMD16, SMD17, SMD18, SMD19, SMD20, SMD21, SMD22, SMD23, SMD24).
- Nº Total de pontos de entrega: 8
- Distância percorrida no abastecimento: 196 metros

Conclusões Gerais

Tendo em conta, que a empresa pretende adquirir comboios logísticos para a realização das rotas na zona de produção, a segunda solução apresenta-se mais vantajosa economicamente comparando com a primeira alternativa.

Porém, apesar da segunda solução apenas necessitar de um comboio logística esta opção exige uma maior coordenação e rigor entre os dois Milk Run, devido ao facto de os seus processos dependerem um do outro.

É possível concluir também, que em ambas as soluções existe a necessidade de remodelar as carruagens de forma a que seja garantindo o espaço para colocação dos componentes das linhas.

Indo ao encontro do objectivo pretendido que consiste na minimização de recursos e o abastecimento do tempo de ciclo de 20 minutos às linhas de inserção automática com zero atrasos, o sucesso da implementação de cada uma destas soluções, depende em grande parte das melhorias propostas, principalmente a melhoria da actividade *picking*.

4.2.1 ARMAZÉM

Layout

Devido a decisões internas, durante o desenvolvimento do presente projecto, o armazém sofreu algumas modificações relativamente ao seu *layout*. Essa modificação poderá ser visualizada na imagem seguinte.

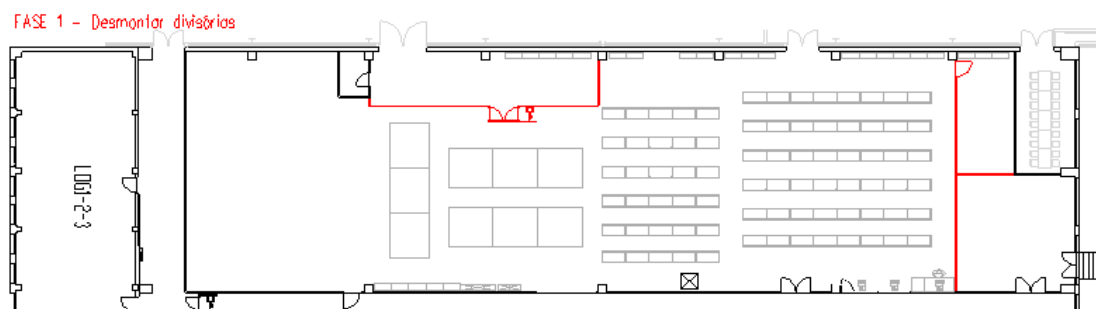


Figura 4.5 – *Layout* do armazém depois da mudança

É possível verificar que as filas e os corredores do armazém ficaram desalinhados. Com base a algumas observações e contactos com os operadores logísticos constatou-se que estes têm uma dificuldade acrescida na tarefa de realização do *picking*, devido ao facto de os corredores estarem desalinhados. Verificou-se também que a actual largura, dos corredores de *picking* (1m), era demasiada curta, havendo por isso um excesso de congestionamentos entre Milk Runs nos corredores do armazém. Estes factores prejudicam ainda mais a performance da realização da actividade de *picking*. Através disto, propôs-se a seguinte solução do *layout* (figura 4.6).

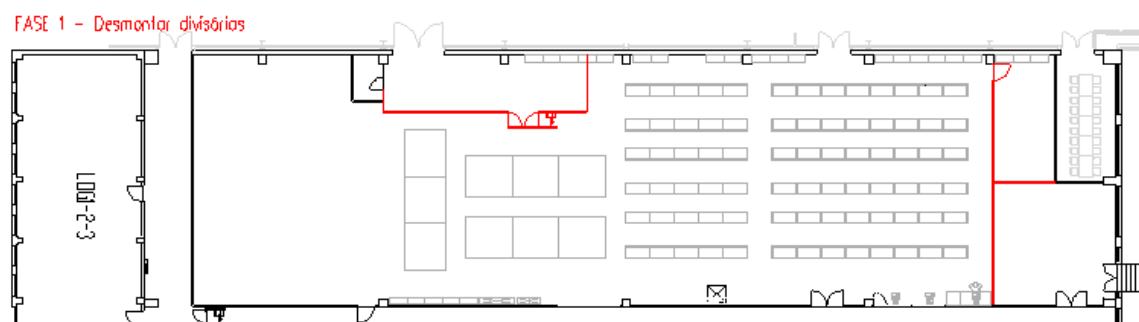


Figura 4.6 – Layout proposto do armazém

Como é possível verificar pela figura acima demonstrada, os corredores voltaram a situação inicial, isto é, ficaram novamente alinhados, de forma a que o deslocamento realizado dentro do armazém seja efectuado com menos obstáculos. Com o intuito de melhorar o deslocamento do armazém e evitar os congestionamento dos Milk Run, propôs-se que se aumentasse os corredores de *picking* para (1,35m) e por consequente diminuir os corredores de abastecimento (0.9m), aproveitando também melhor, o espaço do armazém. Assim com corredores mais largos, a actividade de *picking* poderá ser realizada sem obstáculos durante o deslocamento, melhorando por consequente o processo de abastecimento.

Organização dos Materiais

Durante a realização do estudo da identificação dos materiais de maior consumo, através do método ABC, constatou-se que existe uma diferença significativa entre o número total de referências existentes no armazém, relativamente ao número de referências consumidas durante uma semana.

Com uma análise mais rigorosa a esta situação, averiguou-se que existem muitas referências armazenadas que não têm planificação de produção, havendo por isso grandes desperdícios devido à existência de materiais obsoletos e por consequência ocupação de espaço no armazém. Com isto, é proposto elaborar uma lista de material que não esteja a ser consumido, isto é, que não tenha planificação de produção, de modo a que seja realizada a devida triagem (5S).

Uma vez classificados os materiais, do armazém SMD, relativamente ao seu consumo semanal, através do método ABC, é possível verificar que 382 referências são designadas Classe A. Estas, sendo consideradas referências de grande consumo, correspondem a cerca de 80% das movimentações dentro do armazém.

Analisando a figura 3.31 do terceiro capítulo, é possível concluir que os materiais de elevado consumo estão dispersos por todo o armazém, isto leva a que os Milk Run tenham que realizar um maior número de deslocações pelas suas localizações.

Devido a importância que a actividade de *picking* representa no processo de abastecimento, seria importante estudar uma solução que a pudesse melhorar. Deste modo, pretende-se que os materiais de grande consumo sejam dispostos numa única zona no armazém. Com esta organização, a actividade de *picking* poderia estar mais concentrada numa área específica, evitando assim, deslocamentos desnecessários da parte dos operadores logísticos.

4.2.2 ROTA DE PICKING

Como já foi referido anteriormente, a actividade de *picking* representa um papel de elevada importância no bom funcionamento do processo, sendo por isso necessário a elaboração de um estudo que visa a sua melhoria. Analisada esta actividade no terceiro capítulo, conclui-se que o algoritmo implementado, no sistema informático, utilizado para definir a ordem do *picking*, não é o mais apropriado.

Como esta ordem de *picking* é gerada alfabeticamente por fila e módulo, leva a que os operadores realizem primeiro o *picking* das bobines e posteriormente o *picking* das placas. Sendo as placas um componente pesado, constatou-se que em algumas situações, os operadores tinham alguma dificuldade em colocar as placas nas caixas ou divisórias do carrinho que já continham material. Isto implica que, em algumas ocasiões o operador logístico tenha que retirar todo o material da caixa, de forma a que as placas sejam colocadas primeiro, prejudicando ainda mais a performance do *picking*.

Sendo esta actividade considerada como uma das mais críticas de todo o processo, propõe-se a alteração do algoritmo do *picking*, de modo a que este seja realizado mais eficientemente.

Com o objectivo de eliminar desperdícios resultantes a deslocamentos desnecessários, propõe-se a alteração do algoritmo de *picking* do programa informático. Este não deverá seguir a regra rígida de listar as localizações dos materiais pedidos, de acordo com a ordem alfabética das filas e dos módulos. Desta forma, pretende-se que o *picking* não seja executado fila à fila, mas sim módulo a módulo, de modo a que o deslocamento efectuado num corredor seja apenas realizado uma única vez. A ordem de *picking* pretendida poderá ser encontrada em anexo IV.

Para eliminar às perdas de tempo já referidas anteriormente, o *picking* das placas deveria ser realizado primeiro, através desta mudança, o operador logístico não teria que reajustar o material já depositado no carrinho. É também proposto que o *picking* dos materiais, alocados nas filas E e F, seja realizado num único corredor, desta forma elimina-se a ocorrência de deslocamentos que são considerados desperdícios.

Para efectuar uma análise a esta solução, de modo a que seja possível realizar uma comparação com a situação AS-IS, procedeu-se a medição da distância máxima que um operador logístico poderia realizar, no armazém SMD, durante a realização do *picking*.

Assim, através da solução proposta, o operador logístico podia percorrer durante a realização do *picking* uma distância máxima de 158m, um ganho de 54% comparativamente com a situação AS-IS. É possível também verificar, através do esquema acima apresentado (tracejado), que esta solução apresenta um menor número de deslocamentos que são considerados desperdícios.

Estas simulações foram realizadas com base em listas reais de picking que já foram executadas pelos Milk Run. As listas de *picking* da situação To-Be, foram elaboradas através da respectiva ordenação pretendida.

Neste sentido, foram realizadas 5 simulações de *picking* em ambas situações. Assim, e com auxílio de um odómetro e um cronómetro mediram-se os *key performance indicators* da actividade de *picking* de materiais. Os resultados obtidos puderam ser visualizados na tabela a seguir apresentada (Tabela 4.2).

Layout Picking	AS-IS	AS-IS	AS-IS	AS-IS	AS-IS	Média	Desvio Padrão
AS- IS	Q:30	Q:29	Q:22	Q:33	Q:25	27,8	3,44
	D:287	D:129	D:139	D:248	D:242	209	70,7
	T:562	T:233	T:225	T:401	T:373	358,8	138,7
TO-BE	Q:30	Q:29	Q:22	Q:33	Q:25	27,8	3,44
	D:132	D:102	D:102	D:141	D:136	122,6	19,1
	T:281	T:220	T:182	T:273	T:270	245,2	42,7

Legenda - Q: Quantidade de pedidos D: Distância em metros T: Tempo em segundos

É possível concluir, através da tabela acima demonstrada, que a aplicação da solução proposta resultaria em ganhos na ordem dos 30 % no tempo total dispendido na actividade de *picking*, resultante de uma diminuição de cerca de 40 % da distância total percorrida no armazém. Isto leva a concluir que aplicação deste novo algoritmo de ordenação da lista de *picking* poderá trazer grandes benefícios ao processo, sendo mesmo a chave de sucesso para a optimização do processo de abastecimento.

4.2.3 ANDON

Durante a análise ao sistema, verificou-se que o armazém não possuía um relógio. Por vezes, a falta deste no armazém fazia com que os Milk Run não iniciassem os ciclos nos horários predefinidos, podendo mesmo ocorrer atrasos no abastecimento.

Outra situação verificada, é o facto de os horários, de início e fim de ciclo, indicados nas folhas de acompanhamento não corresponderem muitas vezes à situação real. Existe por isso uma necessidade de realizar um controlo mais rigoroso, relativamente aos horários de início e fim de ciclo, de forma a que seja analisado o número de ocorrências de atrasos no abastecimento às linhas.

Deste modo, sugeriu-se, a curto prazo, a colocação de um relógio, e a médio prazo a implementação de um *Andon*.

O *Andon* é uma ferramenta de gestão visual que é usado para detectar e alertar os desvios ao trabalho normalizado. Deste modo o supervisor poderá analisar a causa raiz desse desvio ou problema, de forma a que sejam tomadas medidas correctivas.

O *Andon* proposto, pretende assim detectar e alertar os possíveis atrasos de início e fim de ciclo, que poderão prejudicar o abastecimento às linhas e por consequência o bom funcionamento da produção.

As especificações propostas para o desenvolvimento deste *Andon* são as seguintes:

- Apresentar relógio
- Apresentar os horários do próximo início de ciclo de cada Milk Run
- Apresentar a última hora que cada Milk Run iniciou o ciclo
- Os operadores Logísticos deverão indicar o início e fim de ciclo
- Actuar um alarme sonoro e visual sempre que ocorra atrasos
- Guardar os registos de início e fim de ciclo numa base de dados para posterior consulta e análise
- Implementar uma interface que seja utilizada como uma ferramenta de gestão, deste modo, o supervisor poderá analisar os dados (n.º de atrasos, n.º de ciclos que foram realizados em menos de 20 minutos) de uma forma clara e intuitiva.

É possível visualizar nas duas figuras a seguir apresentadas, um protótipo do *Andon* proposto em duas situações distintas: situação normal (figura 4.8) e situação de alerta de problema devido a ocorrência de atraso (figura 4.9).

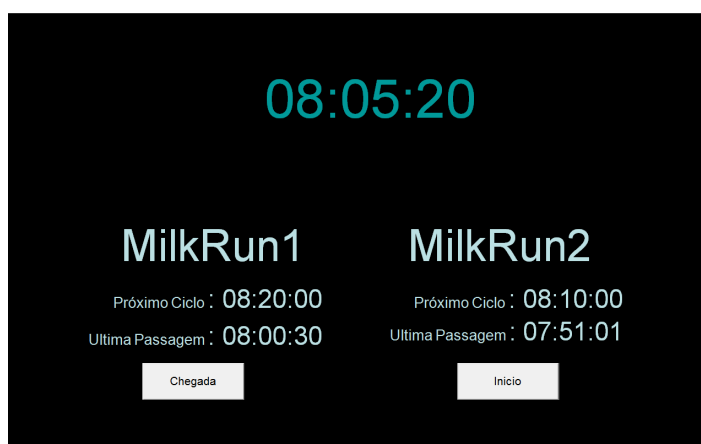


Figura 4.8 – Andon em situação normal

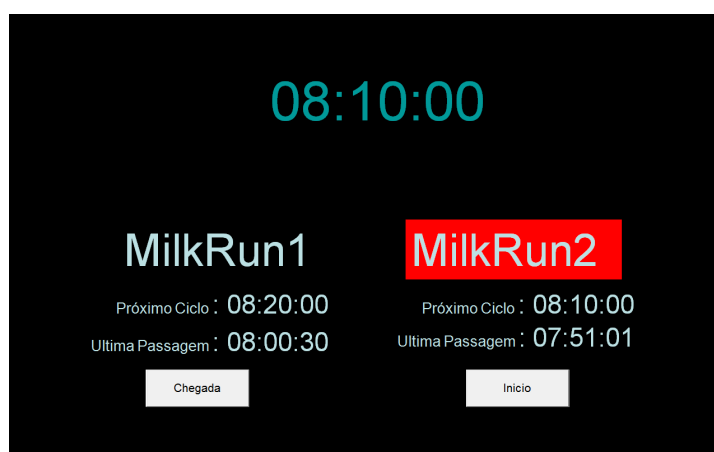


Figura 4.9 – Andon em situação de alerta de problema devido a um atraso

É possível referir que o uso desta ferramenta iria ser muito útil para aplicação de uma boa gestão e respectivo controlo do sistema de abastecimento às linhas. Através de um *Andon*, é possível realizar uma análise mais credível aos inícios e fim de ciclo realizados pelos operadores logísticos, podendo assim o supervisor tirar conclusões acerca das suas performances. Esta ferramenta poderá também ser usada para alertar problemas, de forma que sejam tomadas medidas correctivas que vão ao encontro da melhoria do sistema de abastecimento.

Capítulo 5

5 Implementação e Avaliação dos resultados

Neste capítulo apresentam-se todas as actividades levadas a cabo na implementação de algumas soluções anteriormente propostas. Pretende-se também realizar uma avaliação crítica às mudanças ocorridas e aos resultados obtidos.

5.1 Armazém

Organização dos Materiais

Depois de verificada a existência de material obsoleto no armazém, foi necessário proceder à sua identificação. Para tal, e aplicando a metodologia 5S, foi elaborado uma triagem desse respectivo material, de modo a que seja possível proceder à sua respectiva eliminação. Com isto, através da eliminação deste desperdício, foi possível obter um melhor reaproveitamento do armazém com a consequente libertação de espaço.

Como foi possível verificar através da figura 3.31 do terceiro capítulo, os materiais de alto consumo estão dispersos pelo armazém, logo, a actividade de *picking* é realizada por todo armazém, por consequente, provoca a realização de deslocamentos desnecessários dos Milk Run.

De modo a concentrar a actividade numa única zona, e aplicando novamente a metodologia 5S, procedeu-se a respectiva arrumação dos componentes de grande consumo numa única zona do armazém. Optou-se pela zona central do armazém (fila C e D), devido ao facto de esta zona já conter um número bastante significativo de referências de alto e médio consumo, comparando com as outras filas.

Através da ferramenta desenvolvida para levantamento dos indicadores semanais, obteve-se uma nova visão global do armazém (figura 5.1).

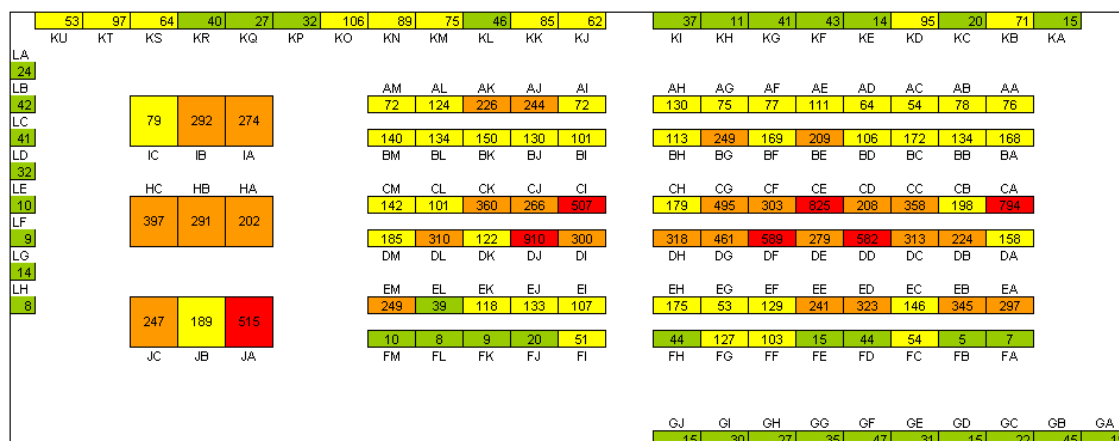


Figura 5.1 – Distribuição do consumo pelo armazém depois de realizado a triagem e arrumação dos materiais

É possível verificar através da figura 5.1 que os materiais de alto consumo (vermelho) estão agora armazenados numa zona central do armazém. Desta forma, foi possível diminuir as deslocações realizadas pelos Milk Run e por consequente diminuir também o tempo de *picking*.

Dada a constante mudança de produtos, o consumo de cada referência também poderá sofrer alterações. Deste modo, o arrumo dos materiais de elevado consumo, deverá ser uma actividade em constante desenvolvimento, devendo ser organizadas agendas e condutas claras para a realização desta tarefa.

Recorrendo à ferramenta desenvolvida, é possível realizar uma análise intuitiva e eficaz da constante evolução dos consumos dos materiais. Deste modo, podem ser tomadas medidas correctivas que vão ao encontro de uma nova reorganização dos componentes, promovendo assim, a melhoria contínua do sistema.

Layout

A alteração do *layout* apresentado na secção 4.2.1 foi aceite internamente. Pretende-se, com as figuras que se seguem, fazer uma comparação entre o estado do *layout* do armazém com as modificações ocorridas, e o resultado final obtido após as mudanças desejadas.



Figura 5.2 - Corredores do armazém SMD - Antes



Figura 5.3 - Corredores do armazém SMD - Depois

É possível concluir que esta alteração permitiu melhorar actividade de *picking*. Com os corredores alinhados e aumentados, a actividade de *picking* é decorrida com menos obstáculos e congestionamentos entre Milk Run, havendo por isso, uma maior fluidez no deslocamento.

5.2 Sistema de Abastecimento

Apesar da actividade de *picking* ter melhorado um pouco, devido ao ajustamento do *layout* do armazém e da organização dos materiais, o algoritmo proposto para gerar a ordem de *picking*, representa um papel chave para o sucesso da implementação de qualquer solução proposta.

Deste modo, a escolha da solução a implementar, foi realizada tendo em conta um conjunto de condicionantes:

- Devido a questões internas, o algoritmo proposto, ainda se encontrava em fase de desenvolvimento pelo departamento responsável.
- Apesar da limitação dos pedidos das linhas, estes continuam indisciplinados o que provoca instabilidade no sistema de abastecimento.

Através destas condicionantes, a implementação da 2ª solução tornava-se demasiada arriscada, pois, o Milk Run1 poderia não conseguir suportar a elevada carga de trabalho na actividade de *picking*. Esta situação iria provocar perturbações no sistema de abastecimento, e por consequentemente, o sistema produtivo também era prejudicado.

Desta forma, foi implementado o sistema de abastecimento de 2 Milk Run, baseado na 1ª solução proposta. No entanto, a mudança das mesas de abastecimento para um único lado não foi realizada.

A rota implementada e os respectivos pontos de abastecimento, do Milk Run2, poderão ser visualizados na figura a seguir apresentada.

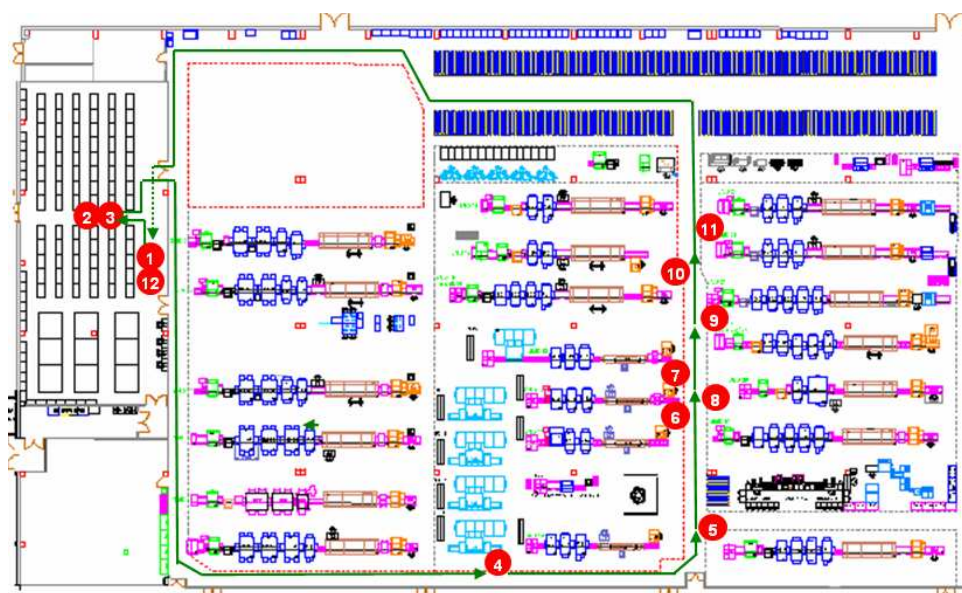


Figura 5.4 - Implementação Rota e Pontos de entrega do Milk Run2 implementada

Devido ao facto de o Milk Run2 ter que abastecer um elevado número de linhas, existiu a necessidade de remodelar o sistema de transporte de materiais.

Assim, este novo sistema de transporte, é realizado através de um comboio logístico. Ao comboio logístico serão atreladas duas carruagens (figura 5.5). A primeira carruagem é idêntica à carruagem já demonstrada na figura 3.11 e tem como funcionalidade o transporte de bobines e etiquetas. A segunda carruagem é constituída por caixas “rack” e tem como função o transporte das placas PCB e caixas de radiais.



Figura 5.5 – Novo sistema de transporte do Milk Run2

O processo de implementação do novo sistema de abastecimento foi realizado de modo gradual. Deste modo, foi possível realizar uma serie de observações que permitiram analisar o comportamento do sistema de abastecimento relativamente à mudança.

Depois de implementado e devidamente estabilizado, procedeu-se ao estudo das cargas de trabalho de cada Milk Run. Através do programa desenvolvido, calcularam-se assim as novas cargas de trabalho de cada Milk Run.

Carga de trabalho do Milk Run1

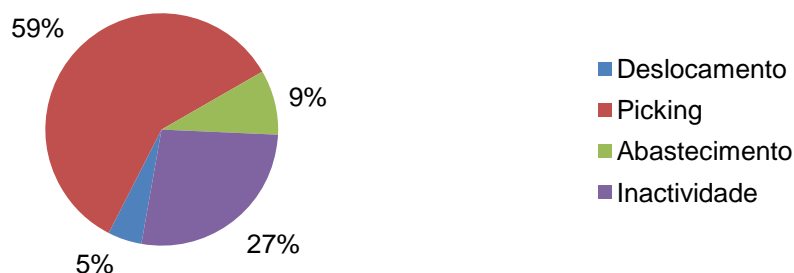


Figura 5.6 – Carga de trabalho do MilkRun1 da solução implementada

Carga de trabalho do Milk Run2

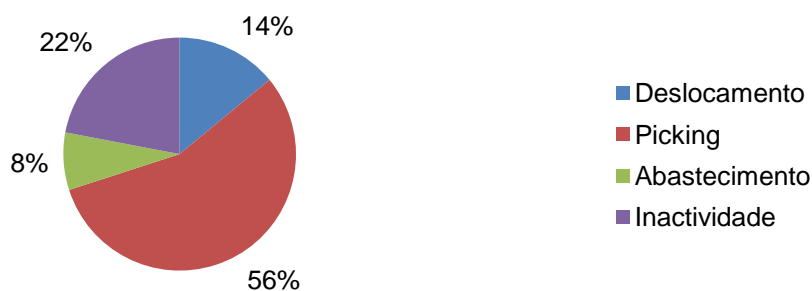


Figura 5.7 – Carga de trabalho do Milk Run2 da solução implementada

É possível verificar que ambas cargas de trabalho aumentaram consideravelmente, comparativamente com o sistema antigo. A carga de trabalho da actividade de *picking* também aumentou, isto deve-se ao facto de os Milk Run terem que abastecer um maior número de linhas. Deste modo, a actividade de *picking* revela-se uma vez mais como a mais crítica.

No entanto, através de várias observações, constatou-se que em diversas situações os Milk Run não conseguiam realizar o abastecimento das linhas em ciclos de 20 m.

Em conclusão, o sistema de abastecimento implementado não obteve a estabilidade pretendida. Isto deve-se em grande parte às condicionantes já referidas anteriormente.

5.3 Trabalho Normalizado

Após a implementação do novo sistema de abastecimento, é importante definir o modelo *Standard*. Sem a normalização de procedimentos, não é possível controlar a eficácia dos processos, nem introduzir melhorias.

Desta forma, recorreu-se as folhas de trabalho standard, utilizadas pela empresa onde foi realizado o projecto. Estas descrevem a actual forma de desempenhar um trabalho. Descrevem as tarefas, processos e procedimentos, assim como movimentos e ferramentas. Para assegurar uma maior segurança, qualidade e desempenho no processo, esta documentação é também usada para visualização no posto de trabalho (Armazém SMD).

Deste modo, definido o tempo de ciclo de abastecimento como sendo 20 minutos, foram realizadas as seguintes folhas standard:

- Instruções de trabalho
- Tabela de combinação de trabalho padronizado

Esta última define a sequência de trabalho e é utilizada para representar graficamente o tempo de ciclo do operador para cada passo na sequência. Isto permite a análise da sequência de todas as tarefas realizadas pelo Milk Run, num ciclo de 20 minutos.

As folhas de trabalho normalizado que foram elaboradas poderão ser encontradas no anexo I.

5.4 Simulação Anylogic

No âmbito de outra dissertação realizada na FEUP, o sistema de abastecimento estudado nesta tese foi simulado através do programa de simulação *Anylogic*. Deste modo, foram simuladas 3 situações:

- Situação As-Is
- Situação To-Be da 1ª Solução proposta do sistema de abastecimento
- Situação To-Be da 2ª Solução proposta do sistema de abastecimento

É importante referir que, nesta simulação, foi somente considerado o primeiro layout do armazém e o algoritmo da ordem de *picking* As-Is.

Os resultados das simulações realizadas poderão ser consultados no anexo II.

Capítulo 6

6 Conclusões e Perspectivas de Desenvolvimentos Futuros

6.1 Conclusões

Os principais objectivos deste trabalho, expostos sucintamente no capítulo introdutório e posteriormente detalhados ao longo dos capítulos seguintes, foram alcançados.

Numa primeira fase deste trabalho apresentaram-se as principais filosofias produtivas, actualmente praticadas por empresas de referência de todo o mundo. Estas filosofias focam-se na eliminação de desperdícios, redução de custos e melhoria contínua dos processos fabris. A sua implementação revela-se crucial para o sucesso de qualquer empresa, devendo estas por isso, adoptar estratégias que passem pela optimização ou eliminação das actividades que não acrescentam valor ao produto final.

Reconheceu-se também, a importância da logística interna para o bom funcionamento dos processos produtivos, uma vez que intervém a nível do armazenamento e dos fluxos de material, sendo por isso responsável pelo abastecimento de componentes às linhas.

O sistema Milk Run revelou-se um sistema de abastecimento bastante importante para o bom funcionamento dos processos de logística interna. Recorrendo a este sistema é possível abastecer as linhas de uma forma mais eficiente e regular, entregando as quantidades necessárias na altura exacta e evitando assim a existência de stocks desnecessários. Estes últimos constituem um problema crítico que todas empresas procuram resolver, pois são considerados desperdícios.

Relativamente ao trabalho realizado, durante o diagnóstico inicial do sistema de abastecimento, verificou-se a existência de problemas e desperdícios que deveriam ser eliminados. A alta taxa de inactividade dos Milk Run, os pedidos das linhas feitos de forma indisciplinada e consequente WIP elevado nas mesas de abastecimento, juntamente com o excesso de movimentos dentro do armazém durante a actividade de *picking*, são pontos críticos cuja resolução (eliminação ou diminuição) proporciona o sucesso da implementação do novo sistema de abastecimento.

As ferramentas desenvolvidas que serviram de suporte ao diagnóstico da situação inicial revelaram-se muito úteis e eficazes. De facto, estas possibilitaram a análise de dados reais, tendo-se assim formulado propostas de melhoria sustentadas nos mesmos. Quanto ao programa desenvolvido de levantamento de indicadores semanais, este provou ser bastante útil para uma análise e controlo das saídas e entradas no armazém, possibilitando uma avaliação do desempenho de cada turno.

A actividade de *picking* é sem dúvida a mais crítica de qualquer processo de abastecimento, uma vez que assume um papel com um peso bastante significativo na carga de trabalho dos Milk Run. Deste modo, a sua melhoria revela-se extremamente importante para o funcionamento eficiente e eficaz de todo o processo de abastecimento às linhas. Foi possível verificar que a actividade de *picking* sofreu, no decorrer do projecto, pequenas melhorias com a organização dos materiais de grande consumo numa zona específica e reestruturação do *layout* do armazém. No entanto, a implementação do algoritmo de *picking* proposto, constitui uma peça chave para uma melhoria significativa desta actividade e por consequência de todo processo de abastecimento, podendo mesmo haver ganhos da ordem dos 30 % do tempo total dispendido, de acordo com o estudo elaborado e apresentado na secção 4.2.2.

No que se refere, em concreto, à implementação do novo sistema de abastecimento, constituído por apenas 2 Milk Run, pode-se concluir que este não obteve a estabilidade e a eficiência pretendida, tendo ocorrido alguns atrasos nos ciclos de 20 minutos. Isto deveu-se a um conjunto de factores que condicionaram a implementação do novo sistema de abastecimento, nomeadamente o facto do algoritmo proposto ainda se encontrar em fase de desenvolvimento pelo departamento responsável e os pedidos das linhas serem efectuados de forma indisciplinada, o que provoca instabilidade no sistema de abastecimento e a ocorrência de um elevado WIP nas mesas de abastecimento.

A normalização do sistema recorrendo ao uso de folhas *standard*, sendo um princípio importante para implementação do *Lean Manufacturing*, permitiu coordenar este novo processo, normalizando os novos procedimentos de forma transparente. Esta normalização servirá como ponte a possíveis melhorias futuras no processo de abastecimento às linhas de inserção automática.

De notar que no desenrolar deste trabalho o *layout* do armazém sofreu várias alterações, o que condicionou, em certa medida o estudo efectuado.

Outra dificuldade a realçar no desenvolvimento do projecto foi ao facto de existir alguma resistência, a nível dos operadores, a mudanças de comportamentos e formas de trabalho.

Em suma, a aposta na optimização dos processos de abastecimento de materiais no âmbito da área da logística interna é actualmente absolutamente imperativa, já que contribuiu em grande parte para o sucesso do processo industrial. O desenvolvimento de projectos que visem esta optimização é assim de extrema importância, como confirmou o presente trabalho, constituindo uma relevante arma na conquista de um lugar de destaque num mercado cada vez mais globalizado.

6.2 Perspectivas de Desenvolvimentos Futuros

A nível operacional e numa lógica de desenvolvimento futuro e de melhoria contínua, é possível considerar as seguintes oportunidades de melhoria:

- Reestruturar o *layout* do armazém, de modo a que fosse possível o comboio logístico circular dentro do armazém. Desta forma, o operador logístico poderia movimentar-se mais rapidamente na realização da actividade de *picking*.
- Depois de implementado o algoritmo de *picking*, o abastecimento às linhas poderia ser realizado de acordo com a 2ª solução apresentada na secção 4.2.
- Com a melhoria da actividade de *picking*, o abastecimento poderia ser realizado em ciclos de 15 minutos. Aumentando a frequência de abastecimento, diminui-se os *stocks* intermédios e o WIP nas mesas de abastecimento.

É importante que o esforço em eliminar os desperdícios seja mantido e reforçado:

- Diminuir o WIP nas mesas de abastecimento
- Reduzir *stock* do armazém SMD
- Eliminar deslocamentos desnecessários

Poderá ser ainda interessante, e atendendo à crescente importância, o desenvolvimento de ferramentas de simulação, recorrendo a um *software* especializado para o efeito. Desta forma, seria possível analisar de forma célere possíveis cenários, comportamentos e reacções de um determinado sistema de abastecimento, permitindo assim um estudo mais detalhado.

Referências

Alves, J.M.(1995). O sistema *Just in time* reduz os custos do processo produtivo. IV Congresso Internacional de custos, realizado na Universidade Estadual de Campinas, no período de 16 a 20 de Outubro de 1995.

Alves de Moura D. & Carlos Botter R..(2002) Caracterização do Sistema de Colecta Programada de Peças, Milk Run, ERA-eletrônica, Vol.1nº1.

BOSCH, Manual do BPS.

Council of Supply Chain Management Professionals. Obtido em 14 do 05 de 2008, de <http://cscmp.org/>

Daniel T.Jones, Peter Hines and Nick Rich. *Lean Logistics*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol N°3/4, 1997, pp.153-173.

Hines, P. and Taylor, D. (2000). *Going Lean: A Guide to implementations*. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff University, Cardiff Business School

Hirano, H. (1996). *5S for Operators : 5 Pillars of the Visual Workplace*, Productivity Press, New Work

Rodrigues, J.(2008). *An analysis and evaluation of discrete productions systems: a simulation based approach*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Karlsson C. & Ahlstrom P.(1996). *Assessing changes towards lean production*, International Journal of Operations & Production Management, Vol.16, N°2, 1996, pp24-41.

Liker J.(2004). *The Toyota Way*. McGraw-Hill.

Liker, J. & Meier,D.(2006). *The Toyota Way Fieldbook*.McGraw-Hill.

Moura, B.(2006). Logística Conceitos e Tendências, 1º edição, Centro Atlântico.

Ohno,T.(1988) *Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press Inc.


Rother M. & Shook J. (1999), *Learning to see – value stream mapping to add value and eliminate muda*, Version 1.2, Brookline, Massachussets, USA

Slack, N. (1995), *Operations Management*, London: Pitman Publishing

Takeda, H (1999). *The Synchronic Production System – Just-in-Time for the entire Company*, 1999 edition, SPS Management Consultants.

Womack, J.P. & Jones, D.T. (2003). *Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation*, Free Press, New York, USA.

Anexo I – Folhas de Trabalho Normalizado

BOSCH  Logística	Instrução de Trabalho	Edição: 1	Data: 16.06.2008	LOG2 – LI18
	Abastecimento às linhas de inserção automática	Elaboração: LOG2/	Aprovação: LOG/	Pagina: 71 / 103

Objectivo: - Abastecer de forma eficiente às linhas de montagem em ciclos de 20 minutos.

1. Descrição

- 1) Indicar no aparelho de leitura óptica o respectivo Milk Run para dar início ao ciclo, e registar na folha de acompanhamento a hora de início de ciclo.



Fig.1 – Aparelho de leitura óptica.

Se num determinado ciclo não houver pedidos, deverá informar o seu superior para que seja atribuída outra tarefa.

- 2) Realizar o *picking* dos materiais indicados no aparelho de leitura óptica

Efectuar os seguintes registos:

2.1) Localização

2.2) Identificação

2.3) Quantidade



Fig.2 – Registo de informação através da utilização do leitor óptico.

Depois de lidos os registos, o componente deverá ser colocado na caixa ou divisória correspondente à linha de destino.



Fig.3 – Carrinho para transporte de material.

No Milk Run2, as caixas destinadas a levar placas deverão ser identificadas com o respectivo cartão.



Fig.3 – Cartões de identificação das caixas.

Caso haja algum acidente, devido à queda de material ao solo, deverá reportar a ocorrência ao seu superior.

- 3) **Antes de sair do armazém**, deverá realizar uma contagem dos componentes que estão colocados nas caixas do carrinho, registrando a respectiva quantidade que é levada para cada linha, na folha de acompanhamento dos Milk Run.
- 4) Realizar o abastecimento às linhas, colocando os materiais correctamente nas mesas de abastecimento.
- 5) Regressar ao armazém.
- 6) **Registar** na folha de acompanhamento a hora de chegada ao armazém SMD.

Tabela de combinação de trabalho padronizado do Milk Run 1

StAB - Entrada de dados		Seção LOG2-IL		Linha / Célula		Produto / nº de tipo / Família			
Sequência de operadores / Total 1		Supervisor		Planejador		Data 04-07-08		Ciclo Planejado [min] 20,0	
Total de seqüências de trabalho 7		<input type="button" value="Import"/> <input type="button" value="StAB start"/>		Unidade de tempo Segundos <input type="radio"/> Minutos <input checked="" type="radio"/>		Idioma português		Grau de eficiência [%] 100	

nº	Descrição	manual	autom.	manual 2	Deslocamento
1	Início do ciclo	0,0	0,0	0,0	0,3
2	Picking do material (30 Pedidos)	15,8	0,0	0,0	0,0
3	Confirmação do material	0,9	0,0	0,0	0,2
4	Ponto de Paragem para Abastecimento (SMD6 e SMD7)	0,7	0,0	0,0	0,2
5	Ponto de Paragem para Abastecimento (SMD10 e SMD3)	0,7	0,0	0,0	0,2
6	Ponto de Paragem para Abastecimento (SMD2 e SMD1)	0,7	0,0	0,0	0,4
7	Fim de ciclo	0,0	0,0	0,0	0,0
Soma [min]		18,8	0,0	0,0	1,3
Tempo de ciclo total [min]		20,0			

V2.4d

A mais nova versão de STAB está disponível do site de CR/ARI1

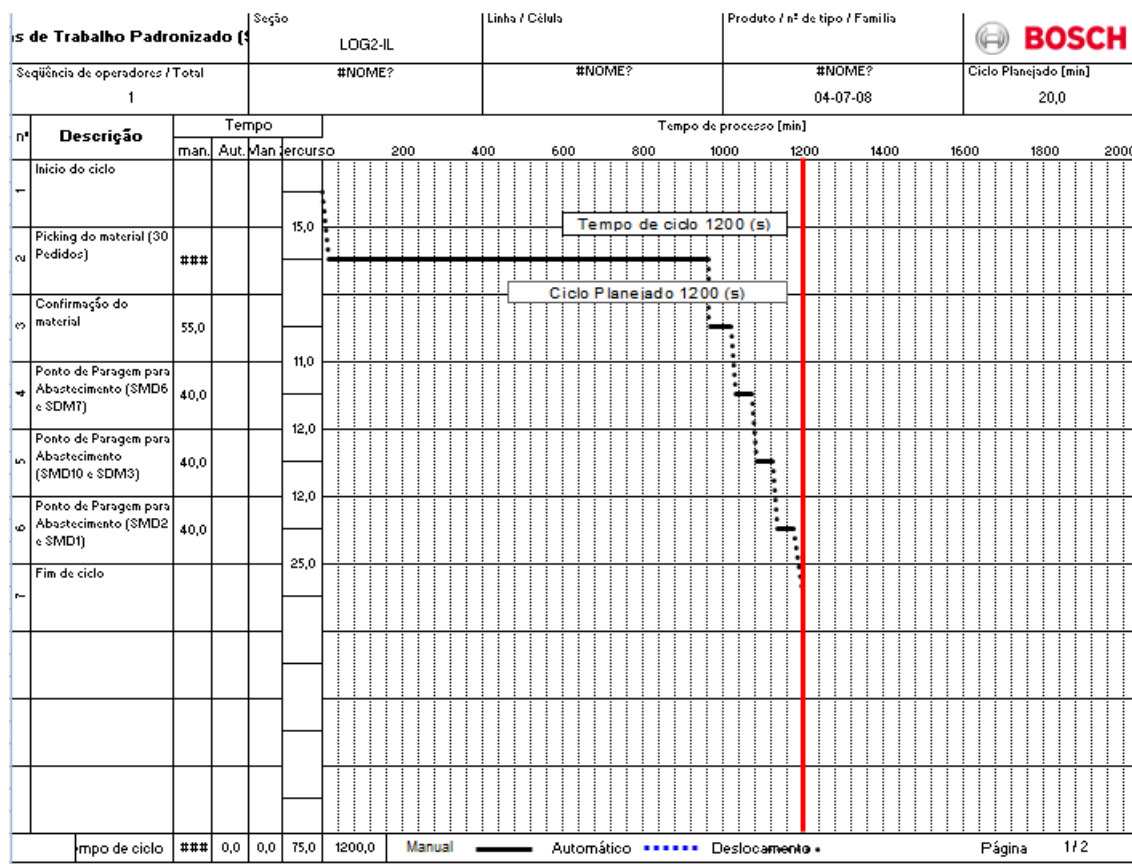


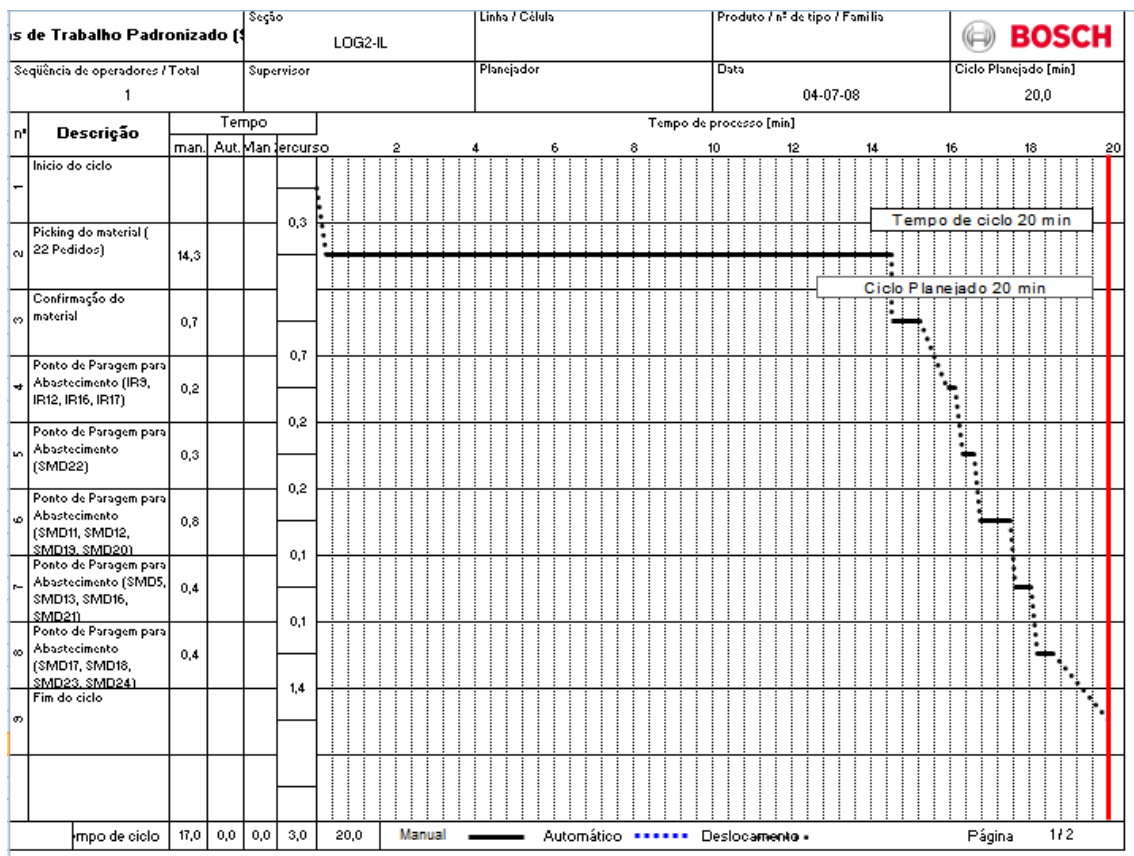
Tabela de combinação de trabalho padronizado do Milk Run2

StAB - Entrada de dados	Seção LOG2-IL	Linha / Célula	Produto / nº de tipo / Família	
Sequência de operadores / Total 1	Supervisor	Planejador	Data 04-07-08	Ciclo Planejado [min] 20,0
Total de seqüências de trabalho 9	Import STAB start	Unidade de tempo Segundos ☺ Minutos ☺	Idioma português	Grau de eficiência [%] 100

nº	Descrição	manual	autom.	manual 2	Deslocamento
1	Início do ciclo	0,0	0,0	0,0	0,3
2	Picking do material (22 Pedidos)	14,3	0,0	0,0	0,0
3	Confirmação do material	0,7	0,0	0,0	0,7
4	Ponto de Paragem para Abastecimento (IR9, IR12, IR16, IR17)	0,2	0,0	0,0	0,2
5	Ponto de Paragem para Abastecimento (SMD22)	0,3	0,0	0,0	0,2
6	Ponto de Paragem para Abastecimento (SMD11, SMD12, SMD19, SMD20)	0,8	0,0	0,0	0,1
7	Ponto de Paragem para Abastecimento (SMD5, SMD13, SMD16, SMD21)	0,4	0,0	0,0	0,1
8	Ponto de Paragem para Abastecimento (SMD17, SMD18, SMD23, SMD24)	0,4	0,0	0,0	1,4
9	Fim do ciclo	0,0	0,0	0,0	0,0
Soma [min]		17,0	0,0	0,0	3,0
Tempo de ciclo total [min]		20,0			

Y2.4d

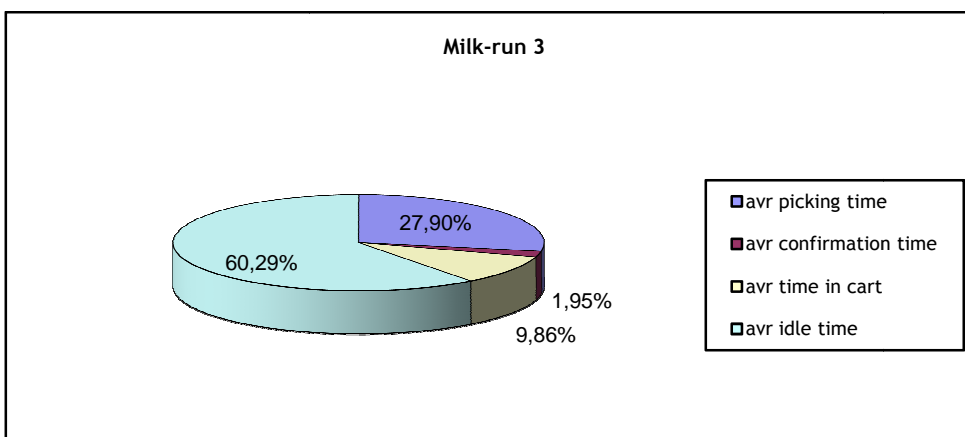
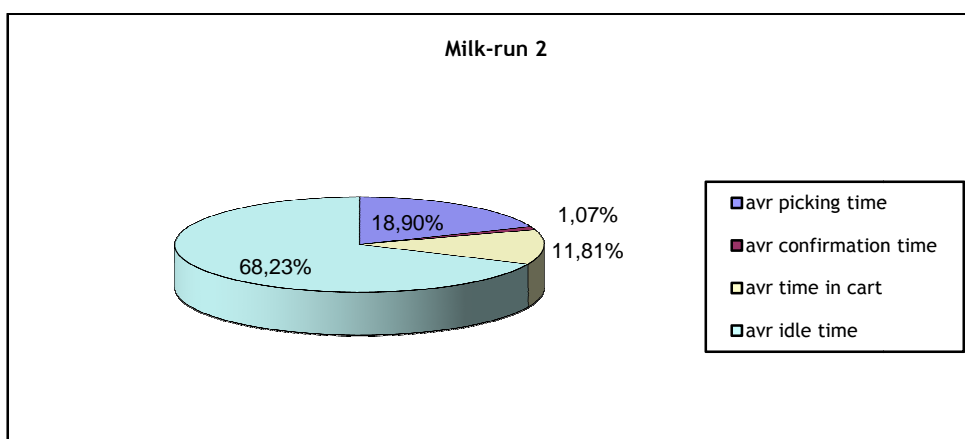
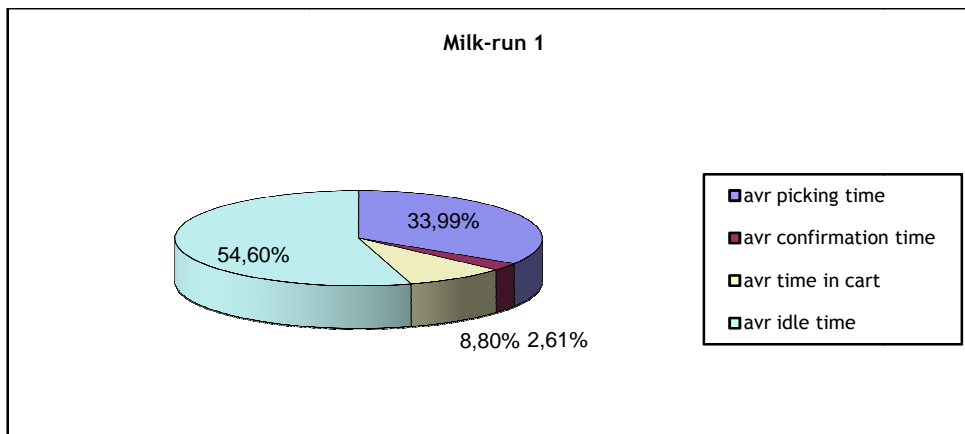
A mais nova versão de STAB está disponível do site de CR/ARI1



Anexo II – Simulação Anylogic

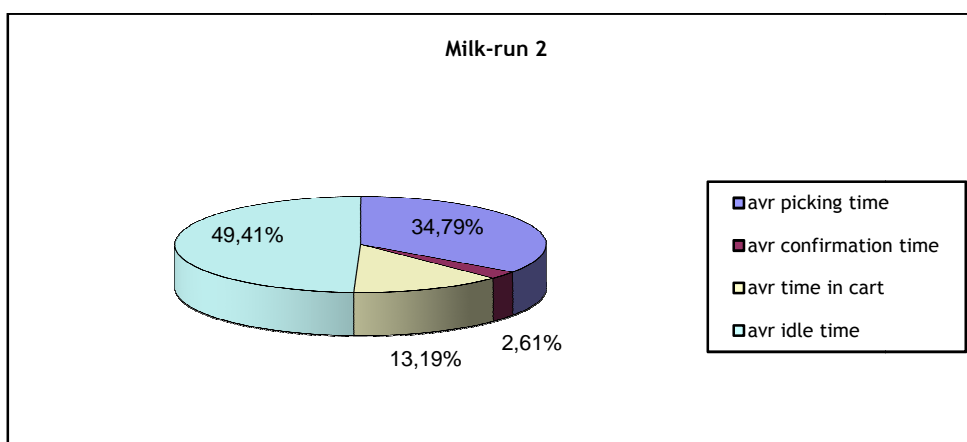
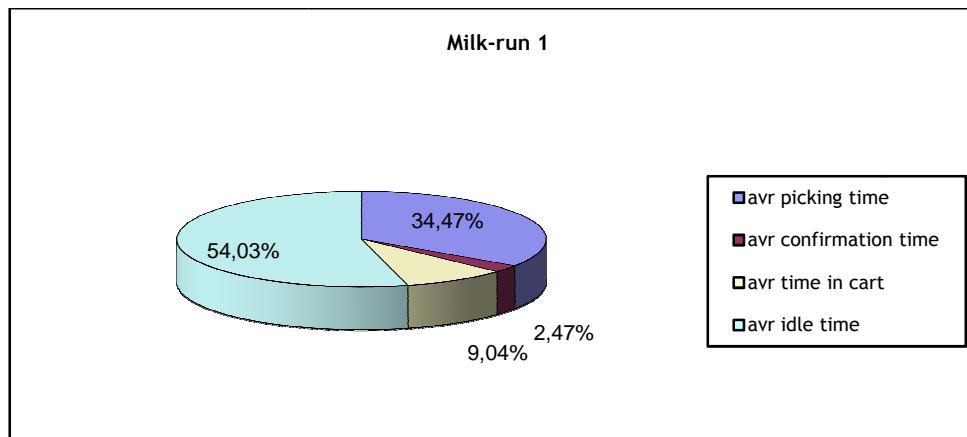
Situação As-Is

milkrun	simulation run	avr walked distance	avr picking time	avr confirmation time	avr time in cart	avr idle time	avr cycle time	avr nr orders
1	1	154,439	423,32	30,817	110,513	716,138	533,833	14,899
	2	161,371	426,413	32,144	105,365	716,452	531,777	14,696
	3	165,195	498,89	31,299	119,661	631,396	618,55	15,261
	4	161,802	486,096	27,556	120,13	644,818	606,226	15,826
	5	163,348	487,132	36,319	110,736	654,975	597,868	14,464
	6	164,723	361,544	38,223	108,162	778,564	469,707	15,275
	7	157,688	296,899	35,636	106,895	844,256	403,794	15,014
	8	164,168	352,091	33,681	125,577	770,836	477,668	14,986
	9	165,957	519,84	37,454	108,234	620,284	628,074	14,609
	10	164,696	509,126	32,002	114,116	628,072	623,241	15,087
	avr	162,3387	436,1351	33,5131	112,9389	700,5791	549,0738	15,0117
	%	-	33,99%	2,61%	8,80%	54,60%	-	-
2	1	119,156	223,555	12,027	143,215	885,006	366,771	5,826
	2	126,068	261,601	12,866	144,856	847,255	404,771	6,088
	3	118,98	238,548	9,51	159,622	853,987	398,17	5,971
	4	116,702	288,983	15,733	146,544	816,251	435,527	5,71
	5	122,321	229,323	14,666	140,988	881,064	370,311	5,986
	6	121,948	230,522	15,665	164,873	857,433	395,395	6,029
	7	120,534	281,394	13,477	160,551	812,09	440,452	5,824
	8	119,234	244,694	13,251	148,026	858,33	392,72	5,942
	9	120,455	196,276	12,384	135,182	919,25	331,457	5,739
	10	118,184	196,716	15,528	150,414	903,812	347,13	5,986
	avr	120,3582	239,1612	13,5107	149,4271	863,4478	388,2704	5,9101
	%	-	18,90%	1,07%	11,81%	68,23%	-	-
3	1	143,59	334,87	21,731	125,07	797,233	459,94	10,544
	2	146,68	356,276	24,249	129,18	772,087	485,456	11,074
	3	145,743	359,611	22,346	129,088	768,89	488,699	11,118
	4	149,402	303,149	25,353	126,083	827,496	429,232	10,941
	5	140,485	356,559	20,472	124,782	776,142	481,341	10,662
	6	141,813	236,788	26,156	123,435	865,505	360,223	11,029
	7	145,258	392,761	25,091	129,351	735,962	522,112	11,132
	8	147,787	423,202	30,773	129,727	705,592	552,928	10,912
	9	148,465	423,959	18,266	123,184	711,195	547,243	10,676
	10	148,798	382,303	35,049	121,79	753,72	504,093	11,338
	avr	145,8021	356,9478	24,9486	126,169	771,3822	483,1267	10,9426
	%	-	27,90%	1,95%	9,86%	60,29%	-	-



Situação To-Be da 1ª Solução proposta do sistema de abastecimento

milkrun	simulation run	avr walked distance	avr picking time	avr confirmation time	avr time in cart	avr idle time	avr cycle time	avr nr orders
1	1	157,089	419,649	32,224	114,183	716,696	533,832	15,203
	2	162,456	362,559	29,315	121,358	766,228	483,917	14,768
	3	164,887	458,584	32,421	120,212	670,939	578,796	14,638
	4	168,974	435,878	27,406	114,099	701,711	549,978	14,971
	5	167,595	318,557	34,319	115,782	813,335	434,339	15,13
	6	155,901	501,166	40,639	103,278	648,926	604,444	15
	7	163,883	447,695	26,233	120,357	681,132	568,052	15,261
	8	166,496	528,6	30,337	120,93	603,042	649,53	15,145
	9	166,011	455,519	36,755	116,066	676,579	571,585	15,42
	10	157,079	489,664	26,475	112,102	646,908	601,766	14,638
	avr	163,0371	441,7871	31,6124	115,8367	692,5496	557,6239	15,0174
	%	-	34,47%	2,47%	9,04%	54,03%	-	-
2	1	160,506	473,823	34,352	157,126	628,703	630,949	14,426
	2	163,786	429,943	34,411	166,948	662,267	596,891	14,912
	3	163,576	557,274	34,524	159,969	543,659	717,423	15,324
	4	156,693	392,885	32,659	175,57	690,291	568,455	14,882
	5	159,389	371,997	32,994	167,923	718,412	539,921	14,985
	6	158,303	328,504	32,237	167,297	761,892	495,801	14,868
	7	159,689	604,371	33,621	179,839	477,663	784,21	15,029
	8	158,963	475,087	37,407	175,356	609,492	650,442	14,603
	9	155,115	460,098	39,816	176,882	622,759	636,98	14,294
	10	160,294	404,75	25,381	179,171	675,048	583,921	14,897
	avr	159,6314	449,8732	33,7402	170,6081	639,0186	620,4993	14,822
	%	-	34,79%	2,61%	13,19%	49,41%	-	-



Situação To-Be da 2º Solução proposta do sistema de abastecimento

worker	simulation run	avr walked distance	avr picking time	avr confirmation time	picking + confirmation time	avr idle time	avr cycle time	nr cycles	avr nr orders
picking	1	212,81	973,216	133,97	1107,186	433,081	981,616	61	38,082
	2	253,405	1208,294	107,704	1315,998	422,609	1216,99	52	34,962
	3	343,374	2057,13	172,923	2230,053	514,311	2066,503	33	40,97
	4	214,715	996,575	90,264	1086,839	489,434	1005,17	57	37,649
	5	280,898	1535,702	177,134	1712,836	502,331	1544,482	41	40,463
	6	215,335	830,919	70,422	901,341	412,541	839,82	69	38
	7	203,504	808,408	87,695	896,103	472,684	818,346	66	36,318
	8	247,512	1193,125	103,985	1297,11	396,605	1202,126	54	39,352
	9	228,083	1006,084	101,741	1107,825	377,369	1014,491	62	39,919
	10	216,051	651,693	63,585	715,278	588,36	661,379	69	38,928
	avr	241,5687	1126,1146	110,9423	1237,0569	460,9325	1135,0923	56,4	38,4643
	%	-	27,67%	2,73%		11,32%		-	-

worker	simulation run	avr time in cart	avr idle time	avr cycle time	nr cycles	avr nr orders	nr times late
delivery	1	279,48	1157,454	1438,297	60	38,082	8
	2	270,342	1411,681	1680,028	51	34,962	17
	3	281,765	2372,918	2652,504	32	40,97	36
	4	282,863	1228,892	1510,353	56	37,649	12
	5	265,051	1843,82	2108,454	40	40,463	28
	6	268,275	1002,523	1270,798	68	38	0
	7	274,161	1032,586	1307,715	65	36,318	3
	8	278,29	1350,631	1628,921	53	39,352	15
	9	259,355	1154,223	1414,699	61	39,919	7
	10	266,644	1001,29	1268,138	68	38,928	0
	avr	272,6226	1355,6018	1627,9907	55,4	38,4643	12,6
	%	16,74%	83,26%	-	-	-	

Anexo III – Exemplo de uma folha de acompanhamento

60 **Abastecimento directo ao parque de máquinas**

Dia:

Linha:

Turno:

Comboio 1Nome:

Ciclos: 0:20

Ciclos possíveis:

Início do ciclo:

Fim do ciclo:

Ciclo	Hora	Ciclo	Hora	Ciclo	Hora	Ciclo/Hora	Hora	S2	S3	S6	S7	S10	Apontamentos
1	00:00	25	08:00	49	16:00								
2	0:20	26	08:20	50	16:20								
3	0:40	27	08:40	51	16:40								
4	1:00	28	09:00	52	17:00								
5	1:20	29	09:20	53	17:20								
6	1:40	30	09:40	54	17:40								
7	2:00	31	10:00	55	18:00								
8	2:20	32	10:20	56	18:20								
9	2:40	33	10:40	57	18:40								
10	3:00	34	11:00	58	19:00								
11	3:20	35	11:20	59	19:20								
12	3:40	36	11:40	60	19:40								
13	4:00	37	12:00	61	20:00								
14	4:20	38	12:20	62	20:20								
15	4:40	39	12:40	63	20:40								
16	5:00	40	13:00	64	21:00								
17	5:20	41	13:20	65	21:20								
18	5:40	42	13:40	66	21:40								
19	6:00	43	14:00	67	22:00								
20	6:20	44	14:20	68	22:20								
21	6:40	45	14:40	69	22:40								
22	7:00	46	15:00	70	23:00								
23	7:20	47	15:20	71	23:20								
24	7:40	48	15:40	72	23:40								
Totais:													

Tarefas:

- 1 Pega no leitor de RF, e posiciona-o na aplicação de Ret. de Material / Ret. de Mat. SMD, ou lista SAP.
- 2 Optimiza o percurso dentro do Arm.SMD, pela lista, até estar disponível a RF.
- 3 Retira todas as posições solicitadas e executa o lançamento para o respectivo PVB104.
- 4 Transporta o material retirado para a linha respectiva, onde deve colocar o material no lugar acordado e termina a operação
- 5 Inicia novo ciclo conforme hora indicada nos ciclos possíveis. Aguarda se houver avanço, pede reforço se estiver atrasado.
- 6 Intervalos/almoços: situação a esclarecer.

Notas:

A autonomia da máquina na segurança dos pedidos são no mínimo de dois ciclos.
Deve ter em atenção o início de cada ciclo, ou seja, arrancar para o próximo ciclo no horário indicado nos ciclos possíveis.

Anexo IV – Ordem de picking

Lista de Picking ToBe											
1	JA	21	KR	41	AB	61	AL	81	CE	101	EF
2	JB	22	KQ	42	BB	62	BL	82	DE	102	FF
3	JC	23	KP	43	AC	63	AM	83	CD	103	EG
4	IC	24	KO	44	BC	64	BM	84	DD	104	FG
5	IB	25	KN	45	AD	65	CM	85	CC	105	EH
6	IA	26	KM	46	BD	66	DM	86	DC	106	FH
7	HA	27	KL	47	AE	67	CL	87	CB	107	EI
8	HB	28	KK	48	BE	68	DL	88	DB	108	FI
9	HC	29	KJ	49	AF	69	CK	89	CA	109	EJ
10	LH	30	KI	50	BF	70	DK	90	DA	110	FJ
11	LG	31	KH	51	AG	71	CJ	91	EA	111	EK
12	LF	32	KG	52	BG	72	DJ	92	FA	112	FK
13	LE	33	KF	53	AH	73	CI	93	EB	113	EL
14	LD	34	KE	54	BH	74	DI	94	FB	114	FL
15	LC	35	KD	55	AI	75	CH	95	EC	115	EM
16	LB	36	KC	56	BI	76	DH	96	FC	116	FM
17	LA	37	KB	57	AJ	77	CG	97	ED		
18	KU	38	KA	58	BJ	78	DG	98	FD		
19	KT	39	AA	59	AK	79	CF	99	EE		
20	KS	40	BA	60	BK	80	DF	100	FE		

Lista de Picking AsIs											
1	AA	21	BH	41	DB	61	EI	81	HC	101	KN
2	AB	22	BI	42	DC	62	EJ	82	IA	102	KO
3	AC	23	BJ	43	DD	63	EK	83	IB	103	KP
4	AD	24	BK	44	DE	64	EL	84	IC	104	KQ
5	AE	25	BL	45	DF	65	EM	85	JA	105	KR
6	AF	26	BM	46	DG	66	FA	86	JB	106	KS
7	AG	27	CA	47	DH	67	FB	87	JC	107	KT
8	AH	28	CB	48	DI	68	FC	88	KA	108	KU
9	AI	29	CC	49	DJ	69	FD	89	KB	109	LA
10	AJ	30	CD	50	DK	70	FE	90	KC	110	LB
11	AK	31	CE	51	DL	71	FF	91	KD	111	LC
12	AL	32	CF	52	DM	72	FG	92	KE	112	LD
13	AM	33	CG	53	EA	73	FH	93	KF	113	LE
14	BA	34	CH	54	EB	74	FI	94	KG	114	LF
15	BB	35	CI	55	EC	75	FJ	95	KH	115	LG
16	BC	36	CJ	56	ED	76	FK	96	KI	116	LH
17	BD	37	CK	57	EE	77	FL	97	KJ		
18	BE	38	CL	58	EF	78	FM	98	KK		
19	BF	39	CM	59	EG	79	HA	99	KL		
20	BG	40	DA	60	EH	80	HB	100	KM		

